

Luis BENÍTEZ DE LUGO ENRICH ^a y Miguel MEJÍAS MORENO ^b

Hidrogeología y captación de aguas subterráneas en La Mancha durante la Prehistoria reciente: la gestión de los recursos hídricos en la Cultura de las Motillas

RESUMEN: Estudios recientes indican que las motillas –asentamientos de la Edad del Bronce en La Mancha (España)– constituyen uno de los más antiguos sistemas de captación de agua subterránea en Europa. Se presenta la primera investigación de los contextos hidrogeoarqueológicos de cuatro motillas. El estudio incluye la perforación de sondeos de investigación y el análisis hidrogeológico del territorio sobre el cual se asentaron. Los datos resultantes desde esta perspectiva verifican una relación entre el sustrato geológico y la distribución espacial de las motillas, emplazadas allí donde el agua subterránea era accesible con la tecnología prehistórica. Las motillas fueron construidas durante el evento climático 4.2 ka cal BP, en un momento de estrés ambiental debido a un período de prolongada aridez.

PALABRAS CLAVE: Geoarqueología, Hidrogeología, motillas, Edad del Bronce, aguas subterráneas.

Hydrogeology and groundwater catchment in La Mancha during Recent Prehistory: the management of water resources in the Culture of Motillas

ABSTRACT: Recent studies indicate that the ‘motillas’ –Chalcolithic and Bronze Age settlements in La Mancha (Spain)– are one of the most ancient groundwater collection system in Europe. We present here the first hydrogeoarchaeological research at the regional level in La Mancha. The study includes borehole drilling and hydrogeological analysis of the territory on which the ‘motillas’ are settled. The resulting data confirm a relationship between the geological substrate and the spatial distribution of the ‘motillas’, sited where groundwater was accessible by means of prehistoric technology. The ‘motillas’ were built during the 4.2 ka cal BP event in a time of environmental stress after a period of prolonged aridity.

KEYWORDS: Geoarchaeology, Hydrogeology, ‘motillas’, Bronze Age, groundwater.

a Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Nacional de Educación a Distancia, Centro Asociado de Ciudad Real.
ResearcherID: R-5521-2016 | Orcid ID: orcid.org/0000-0003-2000-6293
luis.benitezdelugo@uam.es

b Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
m.mejias@igme.es

1. INTRODUCCIÓN

Las motillas son una clase de yacimientos arqueológicos presentes sólo en la región natural de La Mancha (España). Constituyen el referente principal de una de las más antiguas culturas capaces de aprovechar de forma sistemática el agua subterránea en la Península Ibérica, y probablemente de Europa: la Cultura de las Motillas, también conocida como Bronce de La Mancha (Galán y Saulnier, 1994; Martín Morales et al., 1993; Aranda et al., 2008; Fernández Posse et al., 2008; Benítez de Lugo, 2011; Benítez de Lugo y Mejías, 2015; Mejías et al., 2014 y 2015). En este momento se conocen 32 unidades de esta clase de yacimientos arqueológicos. Una notable concentración de motillas, mayor que en otros lugares, existe en el entorno de las Tablas de Daimiel (fig. 1).

Las Tablas de Daimiel (Ciudad Real, España) es uno de los últimos representantes de un ecosistema denominado *tablas fluviales*, que se forman al desbordarse los ríos de La Mancha en una amplia llanura de inundación y favorecido por su morfología kárstica y la escasez de pendiente topográfica. El humedal, que se forma en la confluencia del río Guadiana con su afluente el Gigüela, crea uno de los ecosistemas acuáticos de interior más importantes de la península ibérica, por la estrecha relación entre las aguas superficiales y las subterráneas, la variedad y calidad de la fauna y flora que habitan en ella, así como por aquellas aves que la emplean en los pasos migratorios. Diversas motillas se encuentran en el interior o en los alrededores de Las Tablas; algunas rodeadas por el agua en la actualidad, sobre todo como consecuencia del último periodo climatológicamente húmedo entre 2009 y 2013. En el pasado las circunstancias ambientales pudieron ser otras. Durante muchos años se interpretó que las motillas estuvieron rodeadas de agua en su momento de uso, y que fueron poblados fortificados en los que vivirían personas sin grandes diferencias sociales, dedicadas



Fig. 1. Vista aérea de Las Tablas de Daimiel en mayo de 2013.



Fig. 2. Río y motilla de El Azuer en marzo de 2010, en el entorno de Las Tablas de Daimiel.

al control de recursos estratégicos como el cereal o el agua, que estarían controlados políticamente por unas elites habitantes de otros poblados situados en altura, como pudiera ser La Encantada (Granátula de Calatrava, Ciudad Real) (Romero y Sánchez Meseguer, 1988; Sánchez Meseguer y Galán Saulnier, 2001, 2004 y 2011; Sánchez Meseguer et al., 1985; Aranda et al., 2008; Molina et al., 2005) (fig. 2).

El estudio que ahora se presenta permite avanzar en el conocimiento de las motillas. Se argumentará que en realidad las motillas se construyeron en un entorno seco buscando el agua subterránea, en un momento climáticamente árido durante el cual las aguas superficiales habían desaparecido.

Algunos estudios paleopalinológicos sobre la Meseta de la península ibérica indican que en la segunda mitad del III milenio cal BC se vivió un prolongado periodo especialmente seco y árido, dentro del cual se produjeron algunas subfases más húmedas (López Sáez et al., 2009, 2014a y 2014b). El comienzo de la Edad de Bronce en La Mancha coincide con ese evento climático abrupto, caracterizado por su extrema aridez y conocido como Evento 4.2 ka cal BP, o Bond Event 3. Este evento climático se considera uno de los periodos de aridificación holocenos más notables en la península ibérica y con anterioridad ha sido puesto en relación con el origen de las motillas (Benítez de Lugo y Mejías, 2014). Atendiendo a los datos disponibles, el repentino cambio climático, relacionado a nivel mundial con el ocaso de diversas culturas, coincide en La Mancha con el final del mundo calcolítico y con la construcción de las motillas, en la transición a la Edad del Bronce; un momento de creciente complejidad social en el camino hacia la jerarquización y la creación de una sociedad compleja (Chapman, 1991; Lull et al., 2014) (fig. 3).

Estos cambios adaptativos y estratégicos hicieron posible la continuidad del poblamiento en La Mancha durante la transición entre el III y II milenio cal BC, en un momento de estrés ambiental, a partir de una reorganización de la explotación de los recursos, y con las motillas como novedosa y singular solución ante la mencionada crisis ambiental. Muy probablemente, el mayor impulso para la construcción de las motillas es coincidente con los momentos de mayor sequía y aridez, pudiendo situarse el colapso de esta cultura alrededor de 1400 cal BC, tras el progresivo regreso y consolidación de condiciones ambientales más



a



b

Fig. 3. Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real).
a) Con el nivel freático en cotas elevadas tras un periodo húmedo, en abril de 2013.
b) Vista aérea de la motilla del Azuer en 2008, en un momento de posición del nivel freático en cotas bajas, después de varios años de escasas precipitaciones y del intenso aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos.

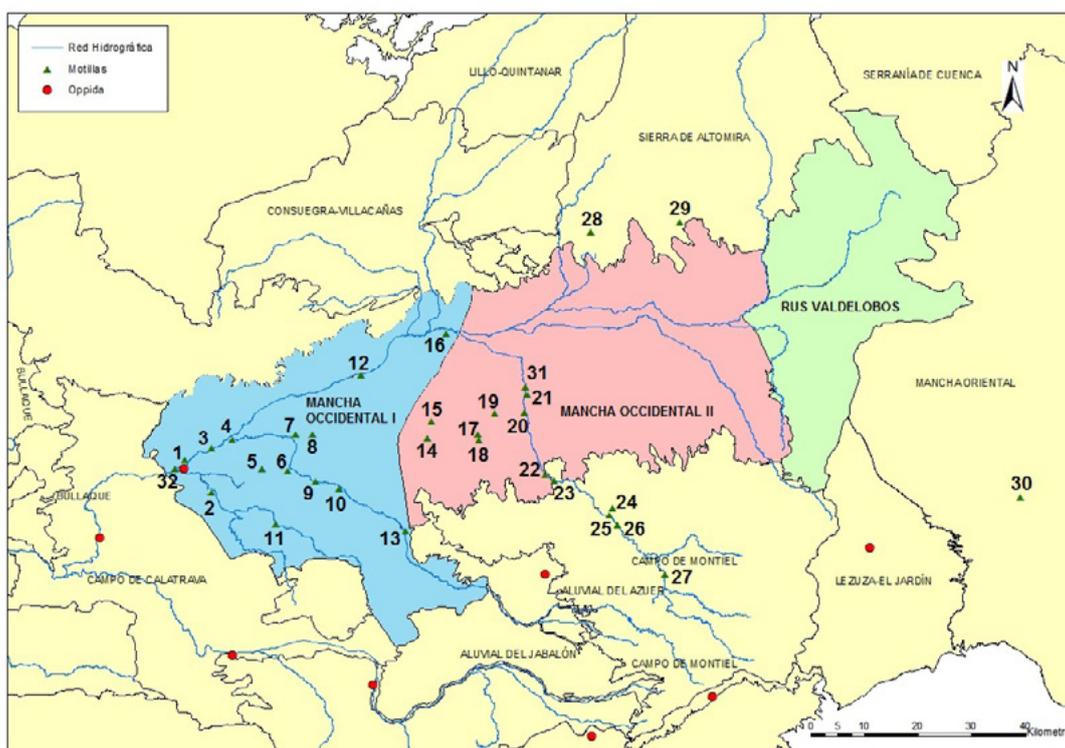


Fig. 4. Evolución en la distribución de las motillas de la Edad del Bronce y *oppida* de la Edad del Hierro con respecto a las Masas de Agua Subterráneas (MASb) y de los cursos fluviales principales. Inventario de motillas: El Quintillo (1), Torralba (2), El Cura (3), Las Cañas (4), La Albuera (5), Daimiel (6), La Máquina (7), Zuacorta (8), La Vega Media (9), El Azuer (10), Los Palacios (11), La Vega (12), El Espino (13), Pedro Alonso (14), Los Romeros (15), Brocheros (16), Casa de Mancha (17), Barrios (18), Perales (19), La Membrilleja (20), El Juez (21), Santa María (22), El Retamar (23), La Moraleja I (24), La Moraleja II (25), Laguna de Cueva Morenilla (26), La Jacidra (27), El Morrión (28), El Pedernoso (29), El Acequión (30), El Cuervo (31), Malvecino (32).

húmedas y cálidas. A partir del Bronce final se observa en La Mancha una completa reorganización espacial del poblamiento en la zona, quedando vertebrado el territorio en torno a nuevos y diferentes asentamientos principales, origen de los futuros *oppida* ibéricos prerromanos (fig. 4).

El evento climático 4.2 ka cal BP está datado entre 2350 y 1850 cal BC, aproximadamente. Las motillas del Bronce de La Mancha se encuentran asimismo bien fechadas, a partir de múltiples dataciones radiocarbónicas (Fernández-Posse et al., 1996). En la motilla más estudiada desde el punto de vista arqueológico, la de El Azuer, se ha establecido que su uso se prolongó a lo largo de casi un milenio, con cuatro grandes fases bien datadas (tabla 1) superpuestas a una primera ocupación de cabañas calcolíticas detectadas en ese mismo lugar 600 años antes del inicio de la construcción de la motilla: Fase I (2200-2000 cal BC), Fase II (2000-1800 cal BC), Fase III (1800-1600 cal BC) y Fase IV (1600-1350 cal BC). Sólo en esta última fase más reciente se ocupan los espacios exteriores alrededor de la motilla, como lugar de residencia según indican sus excavadores (Nájera et al., 2012 y López Sáez et al., 2014a y 2014b). La estructura de poblamiento de La Mancha constatada durante el Calcolítico constituye el sustrato que permite explicar –además de otros aspectos como los hidrogeológicos que se exponen a continuación– la ocupación de este territorio durante la Edad del Bronce.

Tabla 1. Actividad en la Motilla del Azuer (elaboración a partir de Nájera et al., 2012 y López Sáez et al., 2014a y 2014b).

	Fase 0 3000-2800 cal BC	Fase I 2200-2000 cal BC	Fase II 2000-1800 cal BC	Fase III 1800-1600 cal BC	Fase IV 1600-1350 cal BC
Cultura	- Calcolítico	- Edad del Bronce - Fragmentos cerámica campaniforme	- Edad del Bronce	- Edad del Bronce	- Edad del Bronce - Fragmentos cerámica Cogotas I
Ambiente		- Paisaje deforestado - Nivel freático alto	- Desaparición bosque ripario	- Paisaje deforestado	- Plantas hidrohigrófitas - Bosque ripario - Nivel freático elevado - Pastos húmedos
Clima		- Árido. Marcada continentalidad - Precipitaciones en descenso	- Máxima aridez - Río seco	- Recuperación niveles humedad similares Fase I. Progresivo aumento precipitaciones - Clima cálido	- Fuerte aumento de la humedad - Descenso de temperaturas
Construcciones	- Fondos de cabaña, silos y basureros excavados en las gravas aluviales	- Pozo, torre, muralla y silos de mampostería	- Monumentalización del pozo - Silos anidados dentro de la motilla - Hornos - Construcciones fuera de la motilla	- Desmantelamiento silos y otras remodelaciones constructivas	- Desaparición completa de silos - Colmatación del pozo para convertirlo en cisterna - Muro ciclópeo
Actividad	- Ocupación esporádica del lugar	- Inicio ocupación permanente del lugar - Antropización alta del entorno	- Agricultura intensiva y cría de ovicápridos, cerdos y équidos en descenso con respecto a fase anterior - Incendios	- Aumenta presencia bóvidos y équidos	- Sólo en esta fase se habita el exterior de la motilla - Abandono de la motilla al final de la fase - En el entorno disminuye la presión antrópica pero aumenta el pastoreo

Este trabajo presenta en detalle los datos, argumentos y conclusiones de carácter geohidroarqueológico referidos al estudio de cuatro motillas. Esta información, asociada a otra de tipo ambiental y simbólico (que no serán objeto de presentación pormenorizada en este trabajo), permite enfocar el estudio del Bronce de La Mancha bajo una nueva perspectiva que se concreta en una nueva hipótesis explicativa del surgimiento de dicho tipo de asentamientos, enriquecida con la nueva información.

2. MARCO HIDROGEOLÓGICO

La distribución espacial de las motillas de La Mancha abarca gran parte de la llanura manchega, estando presentes en cuatro provincias: Ciudad Real, Toledo, Cuenca y Albacete (fig. 5). Desde el punto de vista de la división hidrológica, las 32 motillas catalogadas en la región natural de La Mancha se distribuyen en 5 masas de agua subterránea (MASb), 4 de ellas pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Guadiana: 041.001 Sierra de Altomira, 041.006 Mancha Occidental II, 041.007 Mancha Occidental I y 041.010 Campo de Montiel; la masa de agua restante pertenece a la cuenca hidrográfica del río Júcar: 080.129 Mancha Oriental.

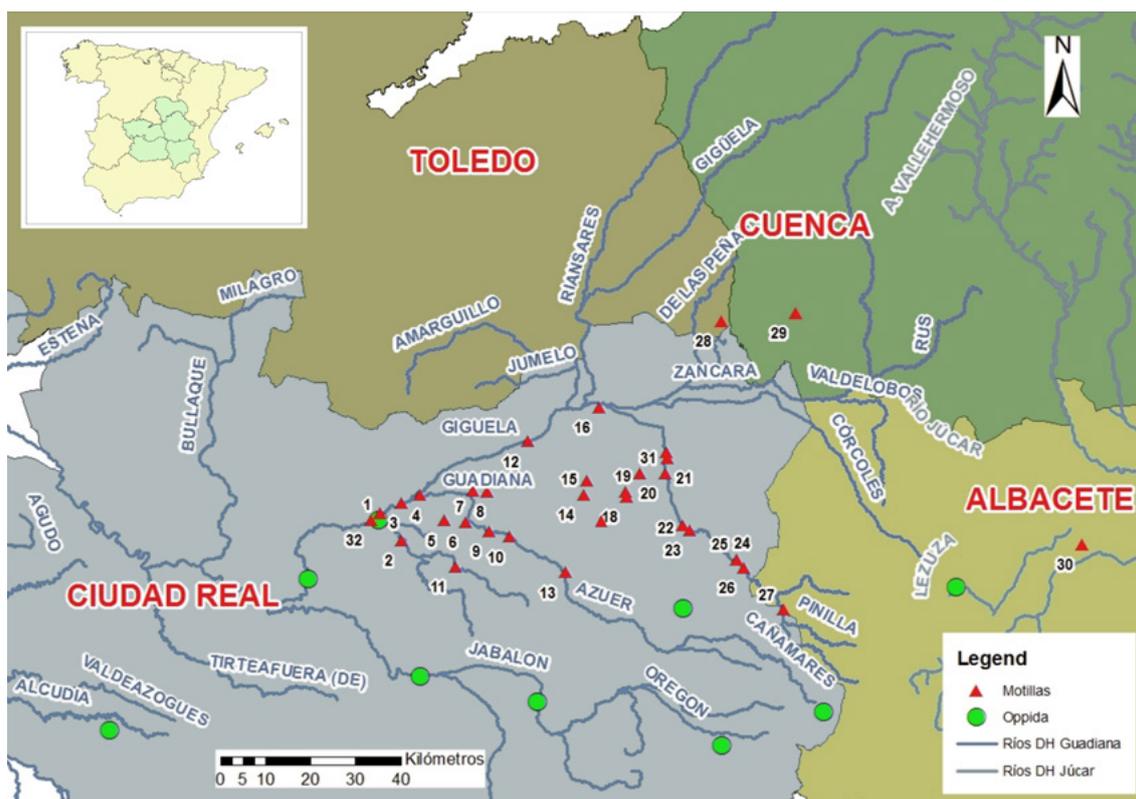


Fig. 5. Mapa esquemático de la posición de las motillas.

El aporte de agua desde el conjunto de las MASb de la cuenca alta del Guadiana hacia su zona central, la topografía plana que domina en toda la depresión manchega, así como la existencia de formaciones acuíferas cercanas a la superficie topográfica, dan lugar en situación de régimen natural o poco modificado, a la presencia del nivel piezométrico próximo a la superficie. La relación de las aguas subterráneas con los cauces de aguas superficiales es absoluta en toda la llanura manchega, produciéndose transferencia de agua en un sentido o en otro dependiendo de la zona y la secuencia climática.

A continuación, se recogen las principales características hidrogeológicas de cada una de estas masas de agua subterránea, que condicionan las posibilidades de aprovechamiento de sus recursos hídricos subterráneos, tanto en la Edad del Bronce con los medios y tecnología existente en la época, como en épocas posteriores, hasta llegar a la actualidad.

2.1. MASb Sierra de Altomira (41.001)

Dentro de la superficie ocupada por esta MASb se encuentran dos motillas, concretamente la motilla de El Morrión (El Toboso, Toledo) y la motilla de El Pedernoso (El Pedernoso, Cuenca).

En la MASb Sierra de Altomira existen dos sistemas acuíferos, el inferior, y de mayor interés desde el punto de vista de su aprovechamiento, está constituido por calizas, dolomías, brechas, arenas y arcillas de edad jurásica y cretácica de gran espesor y de permeabilidad media a alta. La base del acuífero está constituida por el basamento paleozoico, compuesto por cuarcitas y pizarras. El acuífero superior está formado por sedimentos detríticos terciarios de permeabilidad media y mediocre calidad en cuanto a sus posibilidades de

aprovechamiento. La recarga de agua a esta MASb se produce fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia, por la escorrentía superficial y por retorno de riegos. De manera secundaria también recibe aportes laterales de agua subterránea de la cuenca del Tajo. La descarga se realiza por ríos y manantiales, además de las descargas subterráneas laterales a través de su límite sur, hacia la MASb Mancha Occidental II. El límite sur es el más destacado desde el punto de vista hidrológico y de su aprovechamiento hídrico, al situarse en el contacto con los materiales terciarios de la fosa manchega, donde se define la MASb Mancha Occidental II, también de interés en el presente estudio y detallada más adelante.

Las dos motillas localizadas en esta MASb se ubican en su límite meridional. Es en este tercio inferior donde los niveles acuíferos presentan unas características similares a los de la MASb Mancha Occidental II, y donde resulta posible alcanzar el nivel freático a profundidades asequibles con la tecnología de la Edad del Bronce. Los otros dos tercios, central y septentrional, de la MASb presentan unas características hidrogeológicas diferentes.

2.2. MASb Mancha Occidental II (41.006)

Dentro de la superficie ocupada por esta MASb se encuentran ocho motillas, que son: la motilla de Pedro Alonso, motilla de Los Romeros y motilla de Casa de Mancha en Alcázar de San Juan (Ciudad Real); motilla de Barrios, motilla de Perales y motilla de La Membrilleja en Argamasilla de Alba (Ciudad Real); y motilla de El Juez y motilla de El Cuervo en Campo de Criptana (Ciudad Real).

Como ocurre con la MASb Sierra de Altomira, en este sistema se diferencian dos acuíferos superpuestos, el inferior formado por materiales carbonatados mesozoicos en régimen parcialmente confinado, de permeabilidad media a alta, y el superior constituido por sedimentos detríticos, calizas y calizas margosas, de edad terciario y cuaternario, en régimen libre y permeabilidad también media a alta.

La MASb se localiza en la depresión que conforma la llanura manchega, la cual está rellena de materiales continentales (de edad miocena y pliocena) recubiertos parcialmente por rañas, piedemontes y por sedimentos cuaternarios. El sustrato de la depresión está formado por un zócalo paleozoico de permeabilidad baja (pizarras y cuarcitas) sobre el que se desarrolla en discordancia el Triásico, Jurásico y Cretácico (calizas, dolomías, gravas y areniscas) y finalmente el Paleógeno (arcillas y yesos) y el Neógeno (calizas, calizas lutíticas y sedimentos detríticos).

La recarga se realiza a través de la infiltración directa del agua de lluvia, así como de la infiltración de los cursos fluviales, como el río Guadiana, el río Záncara y su afluente el río Córcoles. También se recarga por las aportaciones laterales de las MASb situadas al norte y al sur.

2.3. MASb Mancha Occidental I (41.007)

Como se ha mencionado anteriormente, una de las principales características hidrológicas de esta MASb es la importante interrelación entre las aguas superficiales y las subterráneas. Dentro de la superficie que ocupa se encuentran quince motillas, concretamente: la motilla del Quintillo (Fernancaballero, Ciudad Real), motilla de Torralba (Torralba de Calatrava, Ciudad Real), motilla de El Cura (estudiada en detalle en este artículo), motilla de Las Cañas, motilla de La Albuera, motilla de Daimiel, motilla de La Máquina, motilla de Zuacorta, motilla de La Vega Media y motilla de El Azuer (todas ellas en Daimiel, Ciudad Real); motilla de Los Palacios (Almagro, Ciudad Real), motilla de La Vega (Villarta de San Juan, Ciudad Real), motilla de El Espino (Membrilla, Ciudad Real), motilla de Brocheros (Alcázar de San Juan, Ciudad Real) y motilla de Malvecinos (Carrión de Calatrava, Ciudad Real).

En circunstancias de estrés hídrico, el único suministro posible de agua sería el constituido por los recursos hídricos subterráneos. En el caso de la MASb Mancha Occidental I existe un único sistema acuífero de carácter libre y permeabilidad media a alta, formado por calizas y margas del Plioceno y

niveles detríticos, de escaso espesor, del Cuaternario. La base del acuífero está constituido por arcillas rojas, areniscas y yesos pliocenos, suprayacentes a los materiales del zócalo triásico o bien directamente suprayacentes al basamento paleozoico, compuesto por cuarcitas y pizarras.

La entrada principal de agua a esta MASb se produce por infiltración directa de lluvia, por conexiones con los principales cauces superficiales y por transferencia subterránea desde la MASb Mancha Occidental II.

2.4. MASb Campo de Montiel (41.010)

Dentro de la superficie definida por esta MASb se encuentran seis motillas del total catalogadas, que son: la motilla de Santa María y motilla de El Retamar en Argamasilla de Alba (Ciudad Real), ambas estudiadas en detalle en este artículo; motilla de La Moraleja I, motilla de La Moraleja II, motilla de La Laguna Cueva Morenilla (las tres en Ruidera, Ciudad Real) y la motilla de La Jacidra (Villahermosa, Ciudad Real).

La MASb de Campo de Montiel está definida por una penillanura formada por una secuencia de sedimentos plegados de forma suave. La recarga fundamental es por la infiltración del agua de lluvia y la descarga natural se produce a través de los ríos Azuer, Guadiana Alto, Cañamares y Jabalón de forma superficial y hacia la MASb Mancha Occidental II de forma subterránea.

Desde el punto de vista hidrogeológico, y de manera muy esquemática, el acuífero principal de Campo de Montiel está constituido básicamente por calizas y dolomías del Jurásico. El comportamiento del flujo subterráneo está muy condicionado por las fracturas y las discontinuidades del macizo rocoso, que sirven como vías preferentes a la circulación del agua subterránea. La capacidad de almacenamiento del acuífero es muy escasa, de manera que la gran mayoría del agua que circula por su interior se drena rápidamente a las masas de agua subterráneas limítrofes. Estas características hacen que, además, las fluctuaciones del nivel piezométrico tengan una gran amplitud, condicionadas por las precipitaciones y las secuencias climáticas, de manera que son comunes oscilaciones de nivel de hasta 20 o 30 m en intervalos de tiempos cortos. Por otro lado, el acuífero resulta bastante heterogéneo, pudiendo dividirse en varios sectores, al menos en cinco: norte, nordeste, central, sur y sureste, en los que las oscilaciones piezométricas también resultan diferentes. El nivel freático regional tiene una profundidad entre 10 y 30 m en el sector norte, en las proximidades donde se ubican las motillas de Santa María y de El Retamar; mientras que en la zona nororiental son normales profundidades del agua subterránea de unos 60-90 m, o en la zona central entre 20 y 50 m.

Así el aprovechamiento del agua subterránea, con los conocimientos y tecnología de la Edad del Bronce, resulta mucho más complicado que en otros acuíferos ubicados en la cuenca alta del Guadiana. Las rocas son duras, difícilmente excavables; el nivel piezométrico se encuentra en muchas zonas a varias decenas de metros de profundidad, con fuertes oscilaciones entre épocas húmedas y de sequía, y el alumbramiento del agua subterránea está muy condicionado por las vías preferentes del flujo subterráneo. De manera que un pozo excavado, con extrema dificultad, en estas duras rocas carbonatadas, tendría que coincidir con alguno de estos “caminos preferentes” del agua subterránea, y si se perforase en una época seca, o relativamente seca, tendría que profundizar, en líneas generales, algunas decenas de metros, p.ej. 30 a 60 m; lo que, en conjunto, resulta prácticamente imposible para las posibilidades de los habitantes de la zona durante la Edad del Bronce.

2.5. MASb Mancha Oriental (080.129)

La MASb de la Mancha Oriental es un sistema de grandes dimensiones, con una extensión de 7.279,70 km², que ocupa la mayor parte de la provincia de Albacete; ámbito de la Demarcación Hidrográfica del río Júcar. Dentro de la superficie ocupada por esta MASb se encuentran la motilla de El Acequión (Albacete), estudiada en detalle en este artículo.

La geometría del sistema es predominantemente de tipo tabular y con plegamientos suaves. Su límite occidental resulta de difícil definición y en una buena parte corresponde a umbrales y divisorias piezométricas. Otros son límites abiertos de tipo convencional que lo separan de los sistemas colindantes. Solo el límite oriental es de tipo cerrado por extrusión de la formación yesífera del Triásico que, paralelamente, constituye la base impermeable de toda la MASb.

Son tres las formaciones acuíferas que la conforman: 1) Calizas y dolomías del Jurásico medio (Fm. Colleras, Chorro y Gallinera), 2) Calizas y dolomías de Cretácico superior (Fm. Franco y Benajama) y 3) Calizas del Mioceno superior (Fm. Calizas lacustres del Pontiense). Todas las formaciones son de naturaleza carbonatada y presentan elevada permeabilidad por fisuración y karstificación. Las formaciones jurásicas y cretácicas se encuentran normalmente confinadas, mientras que el Pontiense suele ser de tipo libre.

Superpuestos a todas las formaciones anteriores se disponen sedimentos recientes de carácter detrítico (arenas, limos, arcillas y gravas) y edad terciario-cuaternaria, que llegan a configurar en zonas especialmente favorables pequeños acuíferos de características mucho más moderadas. En realidad forman un acuitardo cuyas aguas percolan lentamente hacia las formaciones inferiores. Esta circunstancia hace que los niveles de agua se encuentren muy someros, lo que permite la existencia de pequeños aprovechamientos consistentes en pozos tradicionales de escasa profundidad (10-20 m). En algunos puntos, el agua subterránea alcanza la superficie del terreno y origina zonas encharcadas que, por lo general, han sido desecadas mediante la construcción de canales de drenaje, tal es el caso de la zona de El Acequión.

La alimentación del acuífero tiene lugar por la infiltración del agua de lluvia, por transferencia lateral de los sistemas colindantes y por la percolación de cursos fluviales, especialmente de los ríos Jardín y Lezuza, así como también por los retornos de riego.

Como consecuencia de lo expuesto en el párrafo anterior, el funcionamiento hidrodinámico del sistema ha sido fuertemente modificado. En régimen natural el flujo subterráneo se orientaba desde los bordes de la unidad hacia los ríos Júcar y Valdemembra, que se erigían en los principales elementos de drenaje. La superficie piezométrica descendía desde cotas próximas a los 700-750 m s.n.m. en las zonas septentrional y occidental, hasta los 450-500 m s.n.m. en el área de descarga. Sin embargo, las intensas extracciones han generado descensos muy importantes en la piezometría, que han llegado a ser de hasta un metro al año, y provocado el cese de las aportaciones al río Júcar, el cual llega a secarse en algunos tramos, así como a la creación de flujos concéntricos en áreas con explotación elevada. En la actualidad, si bien los descensos se han atemperado, la superficie piezométrica se sitúa entre algo más de 700 m s.n.m. en sus áreas de recarga y los 400 m s.n.m. en los de descarga.

Parece lógico pensar, que la presencia de agua en la laguna de El Acequión predispuso a los habitantes de la Edad del Bronce a buscar el recurso hídrico en profundidad, una vez que se hubiese desecado la laguna por la falta de precipitaciones. En general, en la MASb los niveles freáticos se encuentran más profundos y la relación aguas superficiales-aguas subterráneas no resulta tan evidente e intuitiva como en la Mancha Occidental.

3. TÉCNICAS Y MÉTODO DE TRABAJO

El principal objetivo de este estudio era determinar si el nivel piezométrico en las motillas estudiadas en detalle (El Cura, Santa María, El Retamar y El Acequión) se encontraba accesible y si se podía alcanzar mediante pozos excavados con los medios disponibles en la Edad del Bronce. En ninguna de estas motillas se han encontrado pozos mediante excavaciones arqueológicas (sólo en las dos últimas, El Retamar y El Acequión, se han llevado a cabo esta clase de trabajos). El método de estudio utilizado ha consistido en la elaboración de cartografía hidrogeológica de detalle, a partir de la toma de datos en campo y de la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la serie MAGNA del IGME. La recopilación, análisis y correlación de las

columnas litoestratigráficas de los puntos de inventario de la base de datos de puntos de agua del IGME y de otros sondeos inventariados y perforados para este estudio y la elaboración de perfiles hidrogeológicos a partir de estos datos.

Además, se han aplicado dos técnicas geofísicas de estudio del subsuelo: la conocida popularmente como georradar (*Grounded penetrating georradar*) y la tomografía de resistividad eléctrica, ambas de gran interés para este tipo de estudios (Teixidó et al., 2013), que, entre otros aspectos, han permitido contrastar la distribución en profundidad de las litologías del subsuelo.

Finalmente, se han perforado cuatro sondeos de investigación, con recuperación de testigo continuo, de un diámetro de 86 mm, con revestimiento en tubería de PVC ranurada, tapón de fondo y tapa metálica de cierre mecánico fijada al terreno con cemento.

En todo caso los trabajos referidos al proyecto se han realizado con conocimiento y aprobación de la administración competente en la protección del patrimonio arqueológico y, en los casos de Santa María y El Acequión, con visita de la Guardia Civil durante la ejecución de los sondeos.

4. RESULTADOS

La caracterización geológica e hidrogeológica del entorno de cada motilla aporta los siguientes resultados:

4.1. Motilla de El Cura

La motilla de El Cura es un yacimiento arqueológico cuyo característico montículo tiene 35 m de diámetro, una altura de 4,91 m y una superficie de 907 m², aproximadamente. Se encuentra en pleno cauce del río Guadiana, en el término municipal de Daimiel. No hay estudios realizados sobre este lugar con anterioridad.

Se ha evaluado si la ubicación de la motilla haría factible que un pozo excavado en la zona que la delimita, con las herramientas y medios propios de la Edad del Bronce, aseguraría un acceso al agua subterránea de modo permanente, incluso en las condiciones de sequías más extremas.

En la motilla de El Cura se ha perforado un sondeo de investigación de 14 m de profundidad (fig. 6). La testificación geofísica ayudó a seleccionar la ubicación óptima del sondeo y permite contrastar la coherencia de los aspectos litoestratigráficos obtenidos a partir de los sondeos mecánicos.

Es importante resaltar que la técnica de perforación de sondeos empleada únicamente ha afectado a una porción de terreno de unos 10 cm de diámetro, obteniendo un testigo continuo inalterado de los materiales geológicos atravesados que permanece conservado, al igual que en los demás casos, en las dependencias del Instituto Geológico y Minero de España, a disposición de posteriores trabajos de investigación.

La ubicación seleccionada corresponde a las coordenadas X: 433008,081; Y: 4329220,682 según la cuadrícula UTM y el sistema de referencia ETRS89 huso 30, con una cota topográfica del emboquille de 606,408 m s.n.m. El levantamiento topográfico de precisión permite situar la posición exacta del sondeo, así como determinar las cotas a las que aparecen los distintos niveles estratigráficos y el nivel piezométrico, para correlacionar estas cotas con las medidas del entorno geológico e hidrogeológico.

El sondeo de investigación se realiza en la superficie de la motilla, en una pequeña hondonada que pudiera resultar la respuesta en superficie de un hipotético pozo de abastecimiento situado en su interior. La profundidad alcanzada es de 14 m, de los cuales parte corresponde al cuerpo de la motilla y parte al terreno natural subyacente.

El sondeo realizado perfora 0,9 m de capa vegetal actual. A continuación se pasa a unos limos arenarcillosos negros, con pequeños cantos de carbonato y fragmentos de carbón dispersos, hasta alcanzar una profundidad de 6,7 m. Hasta este punto se considera que el terreno perforado corresponde al cuerpo de la motilla, pasando en este punto a perforar terreno natural de la base de ésta.

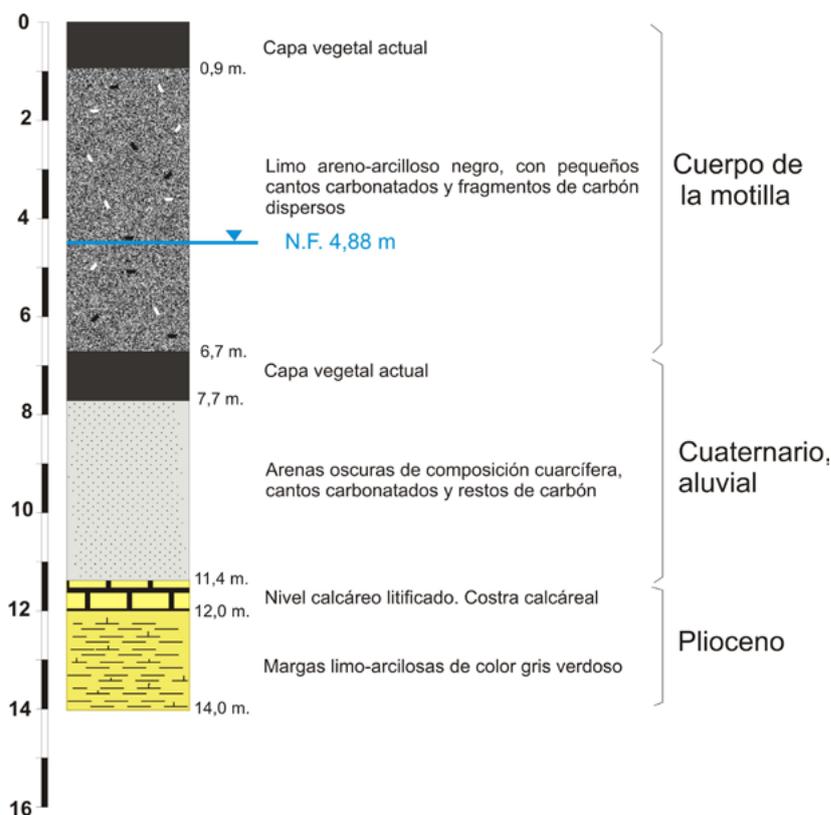


Fig. 6. Columna litológica de detalle del sondeo perforado en la motilla de El Cura.

La capa vegetal con niveles de turba, de 6,7 a 7,7 m de profundidad, corresponde a la superficie del terreno sobre la que se construyó la motilla originalmente. A continuación se pasa a arenas oscuras cuarcíferas, con cantos aislados carbonatados y restos de carbón, hasta la profundidad de 11,4 m, se interpreta este nivel como propio de la sedimentación cuaternaria del aluvial del río Guadiana.

De 11,4 a 12,0 m se detecta un nivel carbonatado litificado que correspondería con una costra calcárea que da paso a la sedimentación del Plioceno. Por último, de 12,0 a 14 m, se perforan margas limo-arcillosas, de color gris verdoso, propio de la sedimentación pliocena.

El nivel del agua en el sondeo es detectado a 4,88 m de profundidad, lo que implica que la superficie piezométrica sobrepasa la superficie del terreno relicta. A partir de la prospección geofísica llevada a cabo en la motilla (tomografía eléctrica), se observa que la base de los muros de la motilla se encuentran enterrados en el terreno actual, lo que induce a pensar que la motilla ha sufrido un lento proceso de enterramiento propiciado por los sucesivos episodios de inundación, y depósito posterior de limos y arcillas en el exterior de sus muros.

El perfil de interpretación hidrogeológica, elaborado a partir de la información suministrada por la metodología empleada, se observa la posición de la motilla sobre depósitos cuaternarios ligados al cauce del río Guadiana. Se refleja además cómo la superficie original de la motilla se encuentra enterrada con respecto a la superficie del terreno actual.

Los depósitos aluviales cuaternarios dan paso a un nivel carbonatado o encostramiento superficial de 0,6 m de potencia, pasando a continuación a perforar margas arcillosas de color gris verdosos del Plioceno. El sondeo no llega a perforar un nivel de calizas pliocenas como tal, si bien la testificación de sondeos cercanos indica que la presencia de estas calizas se encontraría próxima a la cota de finalización del sondeo.

La existencia de un hipotético pozo de abastecimiento en el interior de la motilla es totalmente factible, puesto que, según lo expuesto, se ubica en un enclave en el que el recurso de agua es abundante y relativamente próximo a la superficie. Éste podría captar el acuífero aluvial que constituyen los depósitos cuaternarios de fondo de valle de la vega del Guadiana sobre el que se sitúa, que presenta en la actualidad un nivel piezométrico muy próximo a la superficie y que está conectado con el acuífero plioceno carbonatado inferior, situado a una profundidad comprendida entre 8 y 10 m desde la base de la motilla (ligeramente superior por tanto a los 7,3 m perforados), que garantizaría la obtención de agua incluso en un periodo de fuerte y prolongada aridez.

Esta profundidad de pozo, unos 10 m, resulta posible con los medios técnicos de la época. En este sentido cabe recordar que el pozo identificado en la motilla de El Azuer tiene mayor profundidad.

4.2. Motillas de Santa María y de El Retamar

La motilla de Santa María tiene 40 m de diámetro, una altura de 3,61 m y una superficie de 1.460 m², aproximadamente. Se encuentra en pleno cauce del río Guadiana, en el término municipal de Argamasilla de Alba. No hay estudios realizados sobre este lugar, con la excepción de los que se presentan a continuación (fig. 7).

Para evaluar las posibilidades de obtención de agua subterránea en la motilla de Santa María, ubicada próxima al límite meridional de la llanura manchega, al pie de los afloramientos jurásicos del dominio de Campo de Montiel, se ha efectuado la perforación de un sondeo de investigación de 15,7 m de profundidad. El sondeo queda emplazado en la siguiente localización: X: 495435,506; Y: 4324278,129 según la cuadrícula UTM y el sistema de referencia ETRS89 huso 30; la cota topográfica del emboquille es de 690,537 m s.n.m. El emplazamiento seleccionado busca una hondonada en la superficie, que se pudiera corresponder con un supuesto pozo de abastecimiento situado en el interior de la motilla.

Se perforaron 0,8 m de material pulverulento asociado a la superficie de la motilla. De 0,8 a 1,4 m se identifica un nivel de piedra, correlacionable con un muro o solera de la propia motilla. De 1,4 a 2,0 m se observa un nivel de limo arcilloso negruzcos equiparable a una capa vegetal. A continuación,



Fig. 7. Motilla de Santa María (Argamasilla de Alba, Ciudad Real).

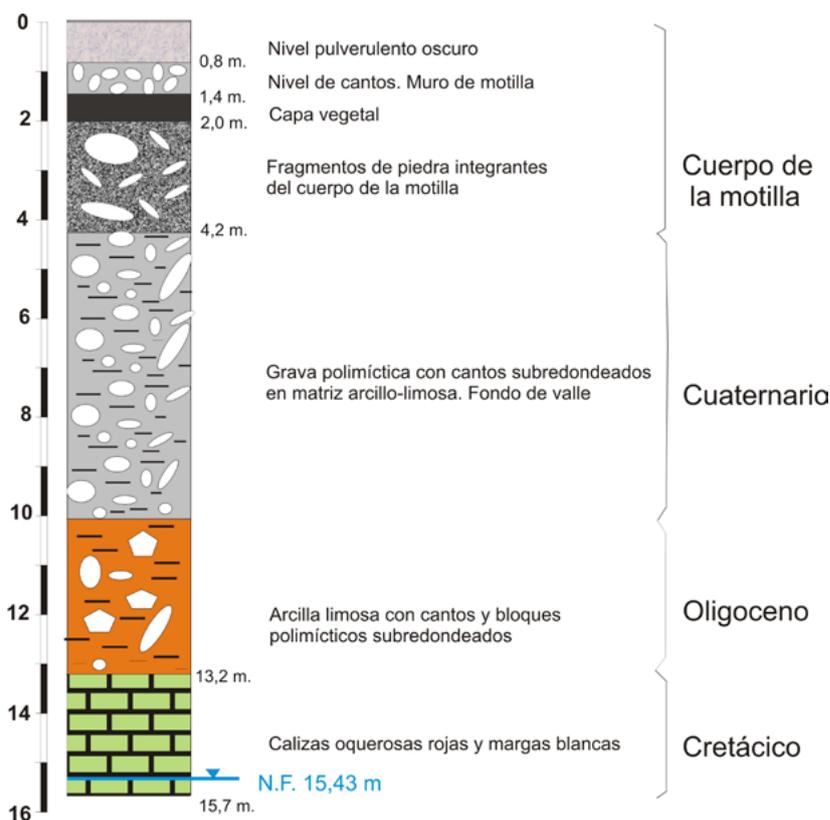


Fig. 8. Columna litológica de detalle del sondeo de investigación perforado en la motilla de Santa María.

hasta los 4,2 m de profundidad se encuentran niveles de piedras, en principio interpretadas como de la estructura de la motilla. A partir de esta profundidad se perfora el terreno natural relicto, representado por una grava polimíctica de cantos subredondeados, en matriz arcillo-limosa de tono marrón, hasta los 10,0 m de profundidad, interpretado como nivel de fondo de valle. De 10,0 a 13,2 m se identifica un limo-arcilloso con cantos polimícticos subredondeados de tonos ocre-rojizos, que alcanzan tamaño decimétrico, correspondiente a depósitos de raña del Oligoceno. De 13,2 a 15,7 m se perforan calizas rojas oquerosas del Cretácico, nivel geológico que en este punto supone el techo de la serie carbonatada mesozoica y constituye el acuífero regional (fig. 8).

El nivel piezométrico se encuentra a 15,43 m de profundidad (23/01/2015). La cota piezométrica resultante, teniendo en cuenta una cota de emboquille de 690,5 m s.n.m., es de 675,1 m s.n.m. Este valor de piezometría es coherente con las isopiezas de la Llanura Manchega, trazadas a partir de la red de observación piezométrica controlada por el IGME, y que corresponde con el nivel piezométrico del acuífero regional mesozoico.

El perfil de interpretación hidrogeológica se elabora a partir del sondeo ejecutado para investigación del subsuelo de la motilla de Santa María, además de las observaciones geológicas realizadas en su entorno y los resultados de la prospección geofísica llevada a cabo en esta motilla y en la motilla cercana de El Retamar (fig. 9).

La motilla de El Retamar se encuentra muy próxima a la de Santa María, aguas arriba y también en las inmediaciones del cauce del río Guadiana. Las excavaciones arqueológicas en esta motilla comenzaron en 1984 y finalizaron en 1991 (Galán Saulnier y Sánchez Meseguer, 1994; Lenguazco, 2012). El equipo de investigación detectó una torre central rodeada por dos recintos de muralla, entre los cuales parece

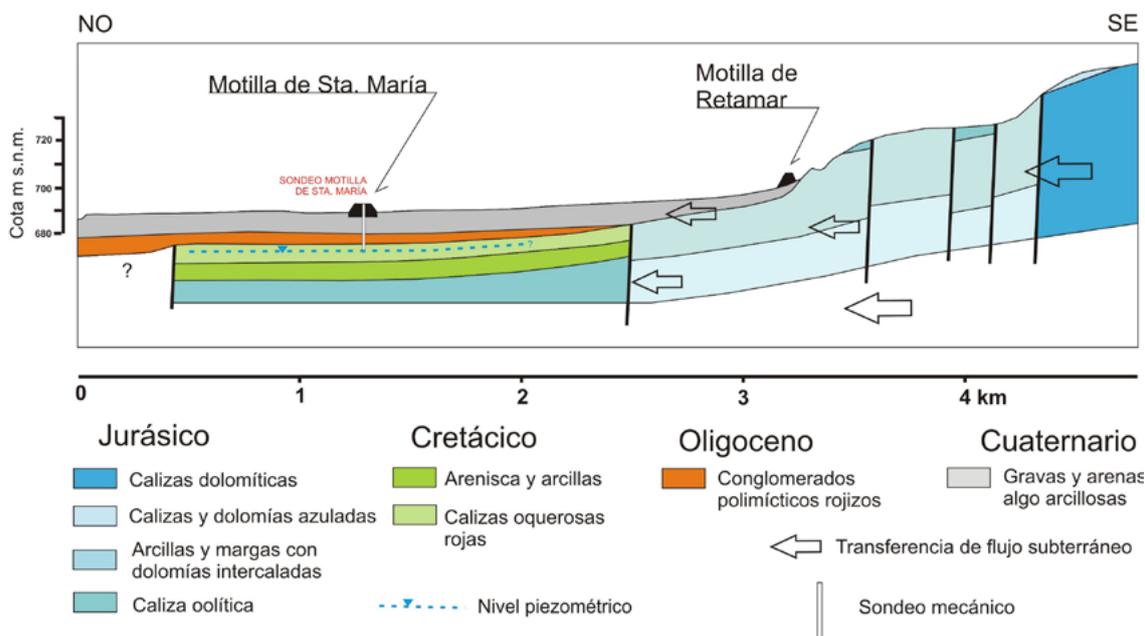


Fig. 9. Corte geológico esquemático del entorno de las motillas de Santa María y de El Retamar, en el que se indica la ubicación del sondeo realizado en la primera de ellas.

haberse concentrado la actividad más intensa de este asentamiento. Además se registró una estructura correspondiente a la Edad del Hierro a modo de rampa, interpretada como un varadero situado al pie de la motilla construido para facilitar el acceso al núcleo de habitación desde el río Guadiana (Galán y Sánchez Meseguer, 1994: 97). En este punto es conveniente subrayar que las condiciones ambientales en la Edad del Hierro (más húmedas) no eran las mismas que en la Edad del Bronce (más áridas), que entre ambas ocupaciones durante varios siglos el lugar estuvo desocupado y que las gentes de la Edad del Hierro en ocasiones se ubicaron encima de los montículos generados por la ruina de las motillas (en alto) mientras que las gentes de la Edad del Bronce crearon sus motillas en llano.

Desde el punto de vista geológico esta motilla se sitúa al pie de los afloramientos carbonatados jurásicos de Campo de Montiel, apoyada directamente sobre depósitos cuaternarios de fondo de valle, con un espesor de 4-5 m, por lo que en esta motilla se alcanzaría el acuífero regional, las mencionadas calizas y dolomías del Jurásico, a unos 4-5 m de profundidad, resultando también en este caso accesible el agua subterránea mediante la excavación de un pozo somero, si se considera la base de la motilla situada a 4,2 m de profundidad, debería ser como mínimo de unos 5-6 m, excavación realizable con los medios de la época.

4.3. Motilla de El Acequión

La motilla de El Acequión tiene 106 m de diámetro, una altura de 5,75 m y una superficie de 8.950 m², aproximadamente. Se encuentra sobre el fondo de una laguna endorreica, en el término municipal de Albacete, en un área muy karstificada. El poblado fue declarado *bien de interés cultural* con la categoría de zona arqueológica con fecha 30 de abril de 1991. Cuenta con dos anillos de potentes muros aproximadamente circulares, que rodean un espacio central diáfano de algo más de 20 m de diámetro. El muro interior alcanza los 5 m de alzado y los 6 m de anchura, resultando realzado y engrosado a lo largo de la vida del poblado. El

diámetro total del yacimiento es de aproximadamente 90 m; las cotas superiores se elevan 7 m sobre el fondo de la laguna. Su muralla exterior ha sido interpretada como barrera frente a inundaciones (Fernández Posse et al., 1996). Esta idea de explicar el potente paramento exterior de las motillas como dique frente a la avenida ocasional de las aguas, y no exclusivamente como muralla de un poblado fortificado, resulta de gran interés.

El Acequión carece de torre central. La fase más antigua es la peor conocida, debido a que sólo pudo documentarse en cotas profundas y en una muy reducida extensión del área que fue denominada ‘patio central’; no fue posible estudiar los niveles de base del yacimiento con la extensión necesaria. Los análisis polínicos reflejan un proceso de deforestación del bosque autóctono de pinos, encinas y alcornoques, así como la puesta en cultivo de espacios próximos al yacimiento. Una segunda fase del poblado, datada mediante C-14 en torno a 1745 cal BP, se caracteriza por una recesión de la población, la ruina de parte de la fortificación y, en consecuencia, la recuperación del bosque autóctono y el descenso de la acción antrópica sobre el entorno, tal y como confirman los análisis polínicos. La tercera y última fase prehistórica es la mejor conocida y supuso el momento de mayor expansión del poblado. Se construyó entonces el potente muro perimetral exterior (quizás para proteger la infraestructura de las aguas) y se levantaron nuevos lienzos sobre los derrumbes de la fase anterior. El polen arbóreo de nuevo disminuyó, a la par que se incrementó el de gramíneas, junto al de las cuales se documenta por vez primera el de leguminosas. Ello indica una intensificación de las actividades agrícolas. Esta fase concluyó en torno al 1500 cal BP con un lento abandono y el descenso paulatino de la superficie habitada. Tras varios siglos de abandono El Acequión volvió a ser ocupado durante la Edad del Hierro, al construirse diversas viviendas encima de la prominencia surgida por la ruina del poblamiento prehistórico anterior.

Para determinar las posibilidades de existencia de un pozo en esta motilla se han excavado dos sondeos de investigación (fig. 10). Se ejecutó un primer sondeo en el exterior de la motilla, en su margen suroeste. El segundo sondeo fue realizado aproximadamente en el centro de la motilla, ubicación seleccionada por cuestiones logísticas de emplazamiento de la máquina de perforación. La ubicación exacta de ambos sondeos es la siguiente: sondeo 1: X: 584058,914; Y: 4319930,521, a una cota de 683,835 m s.n.m. Sondeo 2: X: 584143,713; Y: 4319946,652; siendo su cota de 691,713 m s.n.m. Las coordenadas de ambos sondeos se expresan según la cuadrícula UTM y el sistema de referencia ETRS89 huso 30.



Fig. 10. Sondeo de reconocimiento en la laguna de El Acequión (Albacete).

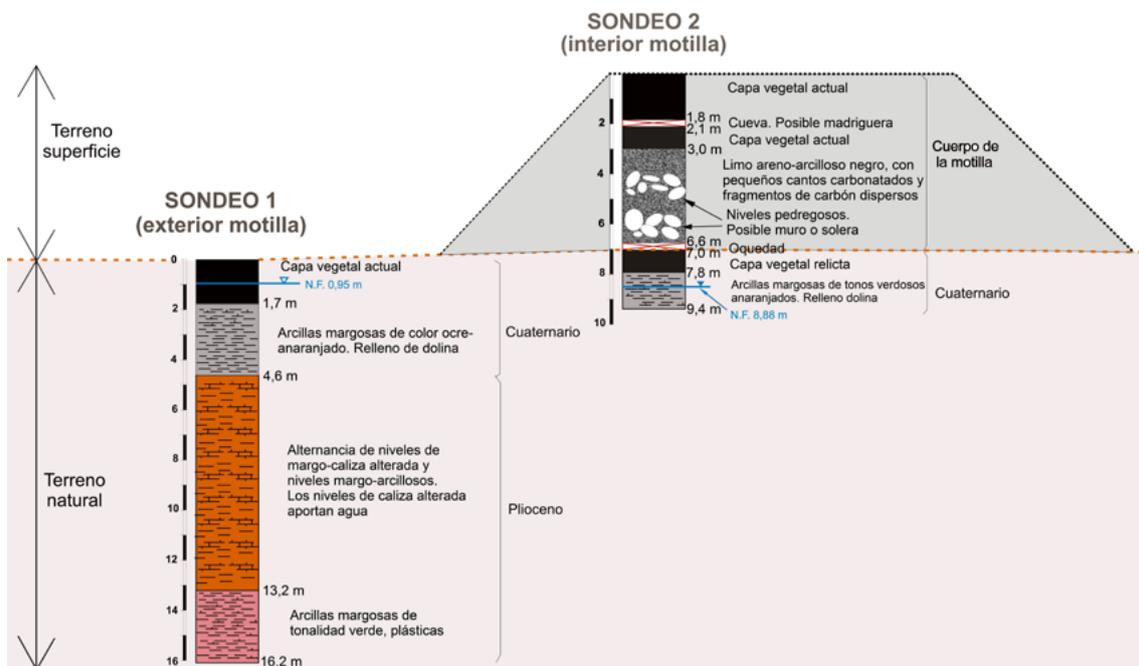


Fig. 11. Columna litológica de detalle de los sondeos S-1 y S-2 perforados en el exterior y en el interior de la superficie de la motilla de El Acequión, respectivamente.

La columna del sondeo 1 (S-1) efectuado en el exterior de la motilla se muestra en la figura 11. En este sondeo fueron perforados 1,7 m de capa vegetal. Hasta 4,6 metros se detectó una serie de arcillas y margas con cantos carbonatados, que se interpreta como el relleno arcilloso de la dolina. A continuación se produce una alternancia de niveles calcáreos junto con otros más arcillosos hasta 13,2 m. Este nivel se interpreta como el de calizas lacustres pliocenas, que constituyen el acuífero superior en la zona. De 13,2 a 16,2 m (fin de sondeo) se perforan arcillas margosas de tonos verdosos sin apenas carbonato.

El sondeo 2 (S-2), como se aprecia en la figura 12, perfora principalmente los materiales que conforman el cuerpo de la motilla, hasta alcanzar el terreno natural, a la profundidad de 7 m, a partir de donde se repetiría la testificación identificada en el sondeo 1. En el sondeo 2 encontramos en primer lugar 1,8 m de capa vegetal actual. De 1,8 a 2,1 m se perfora un hueco que se interpreta como una posible galería de origen animal; una de las múltiples que se observan en toda la superficie de la motilla. De 2,1 a 3,0 m se observa de nuevo un nivel de capa vegetal, que posiblemente sea la continuación del nivel superficial interrumpido por la galería. De 3,0 a 6,6 m se perfora unos limos areno-arcillosos negros con cantos carbonatados y fragmentos de carbón dispersos, asimilable al relleno del interior de la motilla. En este tramo se localizan varios niveles pedregosos (a 4,0 y 5,4 m de profundidad), que podrían estar relacionados con los muros y solera. De 6,6 a 7,0 m se perfora de nuevo una oquedad, en este caso de origen indeterminado. Existe la posibilidad de que esta oquedad haya sido preservada a partir de los niveles pedregosos que tienen inmediatamente encima. La tomografía eléctrica identifica a esta profundidad un elemento muy resistivo, que confirmaría la presencia de piedras y aire. A 7,0 m se considera que se comienza a perforar terreno natural, en este caso correspondiente a arcillas margosas de tonos verdosos-anaranjados, interpretadas como la sedimentación procedente del relleno de dolina.

Los niveles piezométricos medidos en ambos sondeos son de 0,95 m de profundidad en el sondeo 1, y 8,88 m de profundidad en el sondeo 2 (medidas del 23/01/2015). Estas medidas se corresponden con cotas de 682,85 m s.n.m. en el sondeo 1 (exterior), y 682,82 m s.n.m. en el sondeo 2 (interior). Como se puede

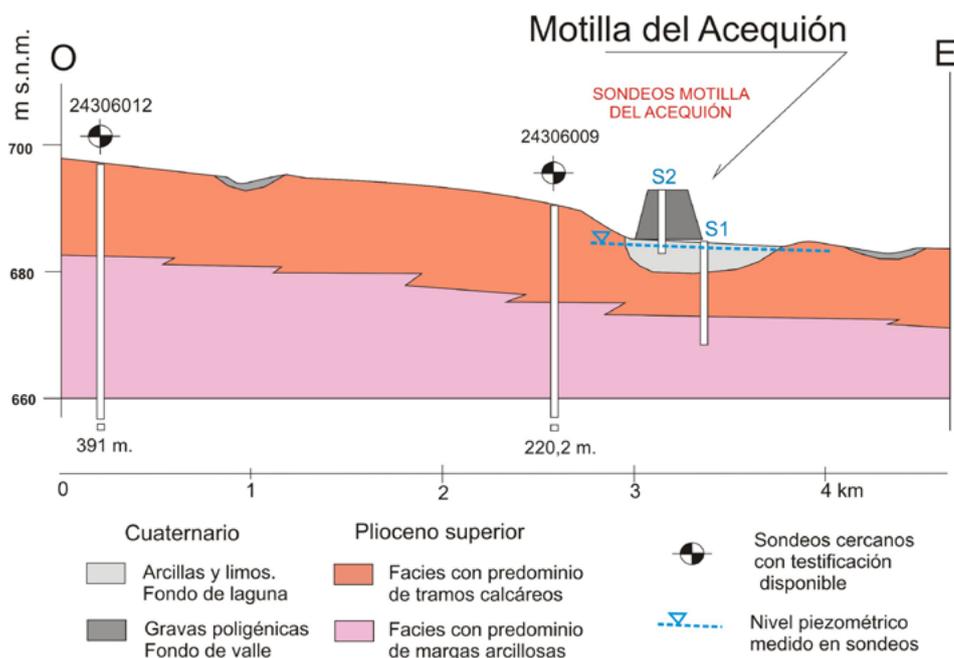


Fig. 12. Corte geológico esquemático del entorno de la motilla de El Acequión y ubicación de los sondeos empleados en su Interpretación.

comprobar ambos niveles son coincidentes, confirmandose que se trata de un nivel piezométrico que, pese a aparecer muy superficial con respecto al terreno natural, se adscribe a la altura piezométrica de la unidad de alternancia de calizas margosas con margas arcillosas.

El perfil geológico se realiza a partir de la testificación de los sondeos realizados en la motilla de El Acequión, y la testificación de diferentes sondeos procedentes de la Base de Datos Aguas del IGME. La motilla se ubica en el interior de la laguna de El Acequión, laguna generada a partir de la formación de una dolina en la depresión resultante. La motilla no se construyó sobre una pequeña elevación existente en el medio de la laguna; se asienta directamente sobre los depósitos cuaternarios de fondo de dolina que caracterizan el fondo de la cubeta de esta laguna. El aprovechamiento de agua en el entorno de la laguna de El Acequión se haría mediante un pozo que tendría que sobrepasar unos 4,6 m de materiales detríticos que constituyen el fondo de la laguna. A partir de esta profundidad, los niveles alternantes de calizas margosas y arcilla constituyen el acuífero superior Plioceno ligado a las calizas lacustres, con recursos suficientes para el abastecimiento de la motilla y disponibilidad incluso en épocas de sequía, en las que el nivel piezométrico descendería por debajo de la laguna.

5. DISCUSIÓN

El Holoceno se está mostrando como un período dinámico y menos climáticamente estable de lo que hace unos años se pensaba. En concreto, en los últimos 4.300 años nuestro planeta ha conocido una serie de fluctuaciones climáticas de corta pero intensa duración (Berglund, 2001 y 2003; Bond et al., 1997; Courty, 1998; Chambers et al., 1999; De Menocal, 2001; Clare y Weninger, 2010; Magny, 2004; Magny et al., 2009; Mayewsky et al., 2004; Menotti, 1999; O'Brien et al., 1995; Peiser, 1998;

Van Geel y Renssen, 1998; Fagan, 2007). Estos inesperados eventos climáticos han sido puestos en relación con cambios ambientales repentinos susceptibles de haber influido en importantes alteraciones de los paisajes sociales, tales como el colapso de diversas civilizaciones en China (Wu y Liu, 2004; Gao et al., 2007; Chun Chang et al., 2011), América del Norte (Booth et al., 2005), Canadá occidental (Menounos et al., 2005), Italia (Drysdale et al., 2005), las Islas Británicas (Roland et al., 2014), Mesopotamia (Cullen et al., 2000; Kerr, 1998; Gibbons, 1993; Weiss et al., 1993; Rihel, 2008; Wilkinson, 1997), el valle del Indo (Staubwasser et al., 2003), Egipto (Stanley et al., 2003), Oriente Próximo (Riehl et al., 2008), África del Norte o el Lejano Oriente (Gasse y Van Campo, 1994; Davis et al., 2006), el Mediterráneo oriental (Bar Matthews et al., 1997), el mar Rojo (Arz et al., 2006), el Kilimanjaro (Thompson et al., 2002) y Arabia (Parker et al., 2006). La península ibérica no tuvo que ser ajena a este evento climático de escala mundial, cuyas consecuencias debieron incidir más en aquellas sociedades y territorios con un régimen pluviométrico más limitado. La Cultura de las Motillas del Bronce de La Mancha, en España, puede ser otro caso (Benítez de Lugo y Mejías, 2015; Mejías et al., 2014 y 2015).

El evento climático 4.2 ka cal BP (Bond Event 3) sucedió dentro del período Subboreal; es decir, en la transición del Calcolítico a la Edad del Bronce. Se trata de uno de los eventos más marcados del Holoceno, registrado a escala mundial y caracterizado por su aridez extrema. Diversos autores han planteado la posibilidad de la existencia de un fuerte período de sequía en la península ibérica durante la Prehistoria reciente (Carrión et al., 2001; Francisco et al., 2006; Fábregas et al., 2003; Julià et al., 2001; López Sáez y Blanco, 2003). En La Mancha existen recientes trabajos realizados a partir de los pólenes de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real) y la motilla de El Azuer (Daimiel, Ciudad Real) que reflejan con claridad el proceso de aridificación que en esta zona supuso ese cambio climático (Benítez de Lugo et al., 2015a; López Sáez et al., 2014a, 2014b).

Recientemente se ha presentado otro estudio que expone una serie de datos geológicos e hidrogeológicos comunes a las distintas motillas, lo que puede estar poniendo de manifiesto un patrón sobre la construcción y uso de estos enclaves (Mejías et al., 2014). La localización cercana a los propios cauces aseguraba inicialmente el abastecimiento de agua, ya sea por proximidad al recurso o por la excavación de pozos en épocas secas en las que por los cauces dejaba de correr el agua superficial y el río desaparecía, quedando el nivel freático somero en el aluvial o por debajo de este.

La observación desde la geología y la interpretación de las investigaciones disponibles cercanas a las motillas revelan los siguientes hechos:

1- El techo de las formaciones geológicas del Plioceno superior se encuentra a cotas que oscilan entre los 606 y 612 m s.n.m., consecuencia de la extensión y homogeneidad de su disposición geológica. La diferencia de cota es, principalmente, debida al ligero basculamiento, de N-NE hacia el S-SO, de todo el plano que forma la serie carbonatada.

2- De este a oeste hay un cambio de facies progresivo, pasándose de mayor presencia de arcillas y margas y episodios intercalados de calizas, hacia un tramo con más calizas y margas, con algún lentejón de arcillas de extensión variable.

3- El relieve excavado en la superficie cenozoica es pequeño y el encajamiento de la red hidrográfica se ha llevado a cabo de manera uniforme, como consecuencia de un nivel de base con poca pendiente. En el río Azuer se han depositado aluviales con potencias máximas que no superan los 6 m.

En el río Guadiana y Las Tablas de Daimiel las potencias del aluvial son en general algo menores, 3-4 m, con presencia de carbonatos y materia orgánica abundante.

Parece razonable suponer que las calizas del Plioceno o los materiales carbonatados del Jurásico y Cretácico, que forman respectivamente el acuífero regional superior e inferior, constituían el objetivo a alcanzar por los constructores de los pozos de las motillas, para garantizar el abastecimiento de agua a los asentamientos de la Edad del Bronce de La Mancha.

Así, las motillas del Cura y de las Cañas, al instalarse sobre el aluvial, cumplían dos requisitos: por un lado, se dispondría en ocasiones del agua contenida en el aluvial y, por otro, al ser asequible la excavación del sedimento permitía el acceso a las calizas con pocos metros de laboreo. En concreto, las motillas se sitúan a cota aproximada de 607 m s.n.m. y las calizas bajo el aluvial a unos 4-5 m de la superficie. Tan solo habrían de excavar esos 4-5 m para obtener el agua almacenada en las calizas infrayacentes.

Respecto a las motillas de La Máquina y de Zuacorta, la primera se ubica en un punto en el que solo se necesita excavar unos 5 m y, en la de Zuacorta, aunque situada a una cota algo más elevada de 612-613 m s.n.m., para acceder al agua se necesitaría excavar a una profundidad similar, del orden de 5 m, para atravesar los materiales cuaternarios.

La motilla de La Albuera (no ubicada en aluvial) se localiza a 604-606 m s.n.m., justo donde sobresale el plano de calizas y exactamente donde se forma la laguna de igual nombre. Aquí ni siquiera es necesario excavar, salvo para profundizar algo y mejorar la afluencia del recurso. Podría, no obstante, en periodos secos de larga duración, descender algo más el nivel freático y en tal caso resultaría más trabajoso excavar los primeros metros de la roca caliza.

En la motilla de Daimiel, localizada en el antiguo aluvial, esto es a unos 613-614 m s.n.m., es necesario excavar del orden de 10 m, de los cuales la mitad son de naturaleza aluvial, y el resto margosa, hasta alcanzar las calizas.

La motilla de La Vega Media se asienta a una cota de unos 620 m s.n.m. El techo de las calizas se encuentra a 14 m de profundidad. Por tanto, si se excavara un pozo, después de atravesar el aluvial (5-6 m), es necesario profundizar unos 8 m en las margas, hasta alcanzar las calizas pliocenas que asegurarían de nuevo el recurso hídrico.

Un ejemplo que confirma el buen conocimiento del territorio por parte de los habitantes del lugar durante la época de actividad de las motillas y de sus conocimientos en relación a la posición de las calizas como almacén de agua subterránea, es la motilla de El Azuer. Esta motilla se sitúa a cota 626 m s.n.m. y se necesita profundizar hasta los 606 m s.n.m.; es decir, excavar unos 20 m para alcanzar las calizas del acuífero regional, atravesando 5-6 m de aluvial de la llanura de inundación, un paquete de arcillas de baja permeabilidad (fácilmente excavables) de unos 10 m de potencia y el resto (4-5 m) de la excavación se haría en las margas que se superponen a las calizas. Se supone que la finalidad de un pozo de tales dimensiones era la de alcanzar las calizas del Plioceno. En la motilla de la Vega (Daimiel, Ciudad Real) también se ha detectado un probable pozo (Teixidó et al., 2013).

En definitiva, las motillas pueden constituir uno de los sistemas hidráulicos más antiguos para extraer agua del subsuelo de Europa (fig. 13). La torre central detectada en algunas motillas pudo haber sido utilizada para extraer y distribuir, utilizando la fuerza de la gravedad, el agua del acuífero; probablemente mediante un sistema similar a los *magrod* utilizados aún en zonas de Ifni (Marruecos) (fig. 14). La evidencia arqueológica que dejaría una construcción de este tipo tras su ruina sería, en parte, similar a la de una motilla. En La Mancha existen aún norias elevadas sobre el nivel del terreno con el fin de conseguir presión para regar por gravedad su entorno. La noria sobreelevada es una técnica de extracción de agua subterránea que puede tener su antecedente en las motillas. Algunas motillas, como es el caso de El Acequión, parecen no disponer de torre. Puede deberse a que no era necesaria para aprovechar el agua subterránea. Alrededor de las motillas pudieron desarrollarse, sobre los fértiles limos de las vegas de los ríos y en aquellos momentos en los que el agua no circulaba por el cauce, áreas de agricultura y ganadería gracias al agua extraída del subsuelo. Estas actividades pudieron requerir la construcción de pequeñas edificaciones alrededor de la motilla. Canalizaciones de agua y numerosos restos de caballo encontrados en la motilla de El Azuer parecen indicar la existencia de algo parecido a acequias y cría equina.¹

En el aspecto simbólico algunos investigadores habían considerado que la cultura del Bronce de La Mancha mostraba un bajo nivel de sacralización y carecía de cementerios específicos. Se creyó que un limitado desarrollo de los rituales era reflejo de una sociedad bastante igualitaria (Martín Morales et al.,

1 Comunicación oral de los directores de las excavaciones arqueológicas en El Azuer mediante conferencia en Daimiel.



Fig. 13. Recreación ideal de la Motilla del Azuer. A su alrededor se han detectado construcciones de diferente clase, así como evidencias de agricultura y ganadería. Tumbas y construcciones interpretadas como depósitos o silos se han encontrado en su interior. Largos, estrechos y sinuosos corredores comunican el exterior de la motilla con el pozo interior.

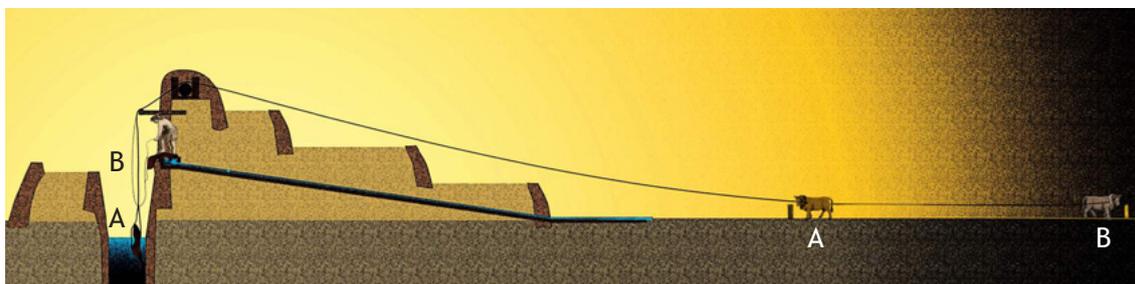


Fig. 14. Representación de uno de los sistemas de extracción y elevación de agua (*magrod*) utilizados en Ifni (Marruecos). En la posición 'A' el animal de tiro se encuentra cerca del pozo y el odre baja hasta el agua. En la posición 'B' el animal tira del odre lleno para sacar el agua. El pozo de la motilla de El Azuer pudo ser explotado de esta forma.

1993). Otros autores, por contra, han considerado que el nivel de estratificación social sería importante y se basaba en un sistema tributario dominado por personas que vivían en poblados fortificados sobre cerros y guardaban grandes cantidades de cereal en otros poblados fortificados en la llanura: las motillas (Aranda, 2008; Nájera et al., 2010 y 2012).

Los ajuares funerarios del Bronce de La Mancha, la cultura material presente en los yacimientos, la proliferación de asentamientos en altura frente al limitado número de motillas y asentamientos en llano o los indicadores antropológicos marcadores de actividad física en los restos humanos hallados han sido factores utilizados para sugerir que la sociedad del Bronce de La Mancha no estuvo en realidad fuertemente jerarquizada, sino todo lo contrario (Monsalve et al., 2014). Esta sociedad se dedicó de forma generalizada a la agricultura y al pastoreo, sin que existan bases sólidas para afirmar que estuviera dirigida por una élite social, que pudiera diferenciarse biológica o arqueológicamente del resto de la población. Lo más lógico es pensar que los yacimientos en llano del tipo motilla constituyen un ejemplo de un proceso de adaptación al medio, aunque no hay que olvidar que la población ya estaba implantada en la zona de las motillas con anterioridad a la construcción de éstas. Por ello, las motillas pueden estar reflejando, además de esa adaptación ambiental, un lógico sistema de control de un recurso de elevada importancia social en momentos de escasez. El problema que esta clase de sitios plantea es: ¿se trata de un control ejercido por la comunidad (bajo un régimen de gestión igualitaria) en sentido amplio por el grupo allí residente, o existió un grupo dominante que controló su gestión? Lo que no parecen ser es meros reductos fortificados de una clase dominada, dentro de la dialéctica de la lucha de clases o en el paradigma de un paisaje fortificado, tal y como se había venido postulando hasta ahora (Nájera y Molina, 2004). Aunque en el Bronce de La Mancha existiera una incipiente jerarquización social, la presión política de las élites sobre sus subordinados no revela haber sido de gran alcance económico ni político (Monsalve et al., 2014).

La distinción por su forma exterior entre las motillas, como yacimiento arqueológico con la finalidad principal de captar agua subterránea, y los túmulos funerarios no es evidente ni clara. Para saber si se trata de una clase u otra de yacimiento arqueológico es imprescindible conocer el subsuelo infrayacente y la posición del nivel freático.

Por otra parte, las excavaciones arqueológicas en el Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real) han permitido descubrir un conjunto tumular prehistórico sin igual (fig. 15). En este lugar hasta el momento se han encontrado dos túmulos –el más grande de ellos ubicado sobre una cueva natural que presenta arte rupestre y construcciones en su interior–, corredores de comunicación entre túmulos –alguno con más de veinte metros de longitud–, corredores abocinados con orientación astronómica (Benítez de Lugo et al., 2014a; Mejías et al., 2015; Esteban y Benítez de Lugo, en prensa) que sirven de acceso al túmulo principal y materiales arqueológicos muy diversos. Entre ellos cabe destacar una abundante colección de piezas metálicas (Montero Ruiz et al., 2014), cerámicas (Fernández Martín et al., 2015), arte rupestre con restos humanos a sus pies (Polo Martín et al., 2015 y en prensa), y botones de marfil (Benítez de Lugo et al., 2015b), además de restos óseos (humanos o de fauna) y numerosos adornos personales: colgantes elaborados con concha marina, una colección con decenas de cuentas de variscita (Odriozola et al., 2016), otras cuentas de madera o hueso. Cazoletas excavadas en piedra, similares a otras encontradas en diferentes lugares sin contexto arqueológico, aparecen en el nivel de uso del Túmulo 2 (Benítez de Lugo et al., 2014, 2015a y 2015b). Algunas personas enterradas en este lugar del interior peninsular se alimentaron con proteína marina (Salazar García et al., 2013). Aunque por su forma exterior Castillejo del Bonete podría parecer una motilla, ha quedado demostrado en este caso que no existe acceso posible con los medios de la época al nivel freático. El repertorio de materiales encontrado en Castillejo del Bonete es semejante al que aparece en las motillas.

Con los datos disponibles es posible afirmar que Castillejo del Bonete fue un lugar funerario dotado con una alta carga simbólica, monumental y ritual. Se sabe que el yacimiento fue usado, al menos, entre 2465 y 1565 cal BC 2σ (dataciones publicadas en Benítez de Lugo et al., 2015a: 114). Los espacios arquitectónicos documentados no presentan evidencias de habitación, y sí las características habituales en túmulos



Fig. 15. Vista del conjunto tumular monumental de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real).

prehistóricos. El lugar es claramente un espacio monumental y simbólico, que además tiene un enorme interés arqueoastronómico. Presenta un marcador del orto solar en el solsticio de invierno muy llamativo y preciso sobre el rasgo topográfico más conspicuo de todo el horizonte que rodea al yacimiento, la Peña del Cambrón. Varios corredores del monumento parecen presentar orientaciones con posible significado astronómico y/o topográfico. Resulta especialmente significativo el que los corredores B y 1 (así como las galerías de la cueva que se extienden por debajo de estos corredores) se encuentran orientados hacia el orto y ocaso, respectivamente, del Sol en el solsticio de invierno, el mismo momento del año en que se produce el orto sobre El Cambrón. Otros corredores parecen presentar también orientaciones respecto a los ejes cardinales e incluso hacia el orto solar del solsticio de verano. Por ello es posible afirmar que el solsticio de invierno debió jugar un papel importante en el simbolismo religioso y/o funerario de la cultura del Bronce de La Mancha. El solsticio de invierno tiene una enorme carga simbólica, pues marca el momento del año en que comienza el alargamiento del día con respecto a la noche, momento concreto del ciclo solar identificado como la victoria del Astro Rey frente a la oscuridad del invierno y del renacer de la naturaleza. La existencia en Castillejo del Bonete de cerámicas incisas con decoración soliforme (Benítez de Lugo et al., 2015a: 135) y corredores orientados a la captación de rayos solares ha permitido calificar este monumento como ‘tumba solar’ (Esteban, 2015: 83). En este yacimiento –que es de la misma cronología que las motillas y cuenta con una cultura material y una morfología similar a éstas– se han puesto de manifiesto estructuras orientadas al orto y al ocaso solar, así como a estrellas no visibles aquí hoy día (pero sí en la Edad del Bronce) debido a la precesión de los equinoccios. De este modo se avanza y descubre una realidad nueva, desconocida

a la publicada por la revista *Antiquity*: “[...] *we must conclude that the limited development of ritual in the Mancha Bronze Age reflects the limited development of power requiring sacred justification*” (Martín Morales et al., 1993: 41). Como ponen de manifiesto Castillejo del Bonete o las estrellas pintadas durante la Prehistoria Reciente en varias estaciones con arte esquemático de Sierra Morena –en el borde meridional de La Mancha– los rituales en el Bronce de La Mancha no eran de desarrollo limitado (más bien parece suceder todo lo contrario); lo que era limitado era su conocimiento hasta el descubrimiento de Castillejo del Bonete (González, 2016).

Estos aspectos simbólicos que acabamos de mencionar se aportan por su más que probable relación con las motillas. Aunque no pueden ser desarrollados en extensión en este trabajo –destinado a presentar los avances arqueológicos llegados desde el campo de la Hidrogeología–, serán objeto de estudio en un futuro artículo específico.

En la Prehistoria Reciente los muertos enterrados en túmulos pudieron legitimar la apropiación del territorio de forma similar a cómo los enterramientos realizados en las motillas pudieron dar derecho al uso del agua procedente del subsuelo, cuando los ríos habían dejado de correr.

El carácter simbólico de las motillas se encuentra insuficientemente estudiado por el momento; su conocimiento podría llegar a partir de yacimientos como es el caso de Castillejo del Bonete, situados también al sur de la Meseta y que presentan una forma, una cultura material y unas dataciones similares a las motillas conocidas hasta el momento. La existencia de numerosos asentamientos en llano sin fortificación aparente en las cercanías de las motillas convierte a estos puntos de aguada en lugares centrales y estratégicos en el área manchega durante los momentos de sequía. La presencia en las motillas de elementos arquitectónicos similares a los que se encuentran en túmulos (corredores, tumbas, depósitos siliformes y accesos al subsuelo mediante galerías o pozos) debe mover a la reflexión sobre la habitual caracterización de estos monumentos como poblados fortificados. El descubrimiento en la cultura del Bronce de La Mancha de monumentos funerarios complejos, constituidos por grandes túmulos comunicados entre sí por corredores, que pueden tener una forma externa similar a los lugares considerados de habitación (morras y motillas) pone en primer plano la relación entre unos y otros. La existencia en estos túmulos de ofrendas rituales depositadas en estructuras siliformes exige extremar la cautela a la hora de asociar cualquier estructura de esta clase con una estricta funcionalidad de almacenamiento, especialmente cuando esas estructuras se encuentran asociadas a tumbas. El descubrimiento dentro del complejo tumular de Castillejo del Bonete de depósitos con centenares de objetos de diferente clase en depósitos con apariencia de silos, construidos con toda seguridad con fines rituales, exige reconsiderar que, en aquel tiempo, las edificaciones en las que aparecen silos, o cereal, sean necesariamente poblados. Por ejemplo, construcciones descritas como silos cubiertos de piedras y tierra, consideradas derrumbes y con muertos alrededor han sido descritas en la motilla de El Azuer o La Encantada. Esta última, construcción levantada sobre un alto muy visible desde gran distancia, presenta unas singulares estructuras siliformes anidadas y pudo llegar a ser un hito en el paisaje monumentalizado; una verdadera ‘ciudad de muertos’ (Sánchez Meseguer, 1994: 79). Los depósitos rituales y los ritos de comensalidad han sido certificados durante la Prehistoria reciente en momentos y lugares dotados de una elevada carga simbólica. Los muertos y las construcciones tumulares sirvieron en la Prehistoria reciente para legitimar la pertenencia de un territorio a un grupo y suelen ubicarse en lugares que gozan de una gran visibilidad. Es posible que similar tipo de recurso simbólico fuera utilizado en la apropiación de bienes de subsistencia altamente estratégicos, como fue el agua en La Mancha. Las motillas fueron lugares dotados de una alta carga simbólica, como lo demuestran los muertos allí enterrados y el acceso al agua salvadora procedente de un inframundo subterráneo que permitió sobrevivir a una comunidad resiliente durante un largo periodo de estrés ambiental por déficit hídrico. En definitiva, algunas motillas fueron asentamientos centrados en el control y gestión de puntos de agua, que surgieron por adaptación al medio en un episodio o pulsación de escasez, pero a su vez pudieron ser centros simbólicos con fines rituales en relación con el culto al agua.

6. CONCLUSIONES

Tradicionalmente se ha venido explicando la existencia de las motillas en relación con factores como puedan ser el control de las corrientes de aguas superficiales, los pastos de invierno y las vías pecuarias, o con la existencia de una clase dirigente que habitaba los poblados en altura y dominaba a quienes habitaban las motillas, que serían poblados fortificados construidos en la llanura para defender bienes estratégicos. Sin embargo, se da la paradoja de que en el interior de la motilla mejor conocida, la de El Azuer, no se han descrito cabañas ni ambientes utilizados como lugares de hábitat. Sí hay enterramientos y depósitos de diferente clase alrededor de una notable infraestructura hidráulica.

El trabajo que presentamos muestra que existe una estrecha relación entre las motillas y el sustrato geológico e hidrogeológico sobre el que se ubican, derivada probablemente de una crisis ambiental caracterizada por una acusada aridez que se prolongó durante siglos. Se ha puesto de manifiesto que la sociedad del Bronce de La Mancha disponía de los conocimientos empíricos suficientes para excavar pozos relativamente profundos y acceder al agua subterránea. La construcción de las motillas se realiza, en su gran mayoría, sobre las llanuras de inundación de los ríos, probablemente aplicando sus habitantes el supuesto de que la presencia de agua estaría asegurada incluso en periodos de aridez; dándose en las zonas de ubicación de las motillas los condicionantes hidrogeológicos necesarios para que el nivel freático se encontrase a una profundidad accesible con los medios prehistóricos. El agua subterránea disponible en estas formaciones podría ser extraída mediante pozos de poco calado. Se ha considerado que el objetivo último de los pozos, previsiblemente existentes en la mayoría de las motillas, era alcanzar el techo de las calizas del Plioceno,



Fig. 16. Vista aérea de la motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real) con el nivel freático en cotas elevadas tras un periodo húmedo, en 2013 (Benítez de Lugo y Mejías, 2014).

en el caso de las ubicadas en la MASb Mancha Occidental I. La observación y experiencia indicó a los pobladores prehistóricos de La Mancha que seguía habiendo agua almacenada en este acuífero carbonatado regional, incluso en las épocas de aridez más extrema, durante las cuales habrían desaparecido las aguas superficiales y bajado el nivel freático de los acuíferos cuaternarios.

La motilla de El Azuer, en Daimiel, es un ejemplo único relacionado con la construcción de un pozo de notables dimensiones (fig. 16), ya que en el resto de las motillas no es preciso profundizar tanto en busca de los niveles acuíferos y, por tanto, no presentar, con casi total probabilidad, unas obras de captación tan importantes como la del pozo de la motilla de El Azuer. El esfuerzo de excavar un pozo profundo en margas y arcillas debió perseguir alcanzar el techo de las mencionadas calizas pliocenas, que contienen agua en su interior, al constituir el acuífero regional de la zona, y supuso la creación de las primeras arquitecturas de piedra de esta región, y también las primeras dirigidas a la explotación sistemática de un acuífero del Occidente europeo.

La Cultura de las Motillas del Bronce de La Mancha puede ser considerada una cultura hidráulica de las más antiguas de Europa. Tras ella, muchos siglos después, llegarían acueductos, *qanats* y otras soluciones hidráulicas para captar y conducir el agua.

La existencia de pozos se ha constatado en seis motillas: mediante excavaciones arqueológicas en la motilla de El Azuer y mediante prospecciones geofísicas en las motillas de La Vega (Teixidó et al., 2013), El Cura, Santa María, El Retamar y El Acequión (Ibarra, 2015). La excavación de pozos no debe asociarse necesariamente a cambios sociopolíticos (Meltzer y Collins, 1987). Sin embargo, en el caso que nos ocupa resulta indisoluble la relación entre la aparición y desaparición de las motillas y el evento climático a escala mundial denominado 4,2 ka cal BP (Bond Event 3), datado entre el 2350 y el 1850 cal BC, y caracterizado por una aridez extrema. El comienzo de este evento climático se produce justamente de forma previa a la construcción de las motillas de La Mancha. Su finalización tiene lugar antes del abandono de estas estructuras. La aridificación causada por este evento ha sido documentada en los registros estratigráficos de todo el mundo y, en concreto, de la Meseta castellana. El aumento de las precipitaciones y la progresiva elevación del nivel freático en la región, a partir de 1800 cal BC, pudieron permitir la recuperación de los ríos y de las zonas húmedas, que prácticamente habían desaparecido entre 2000-1800 cal BC, hasta el punto de que algunas motillas pudieron llegar a inundarse. A partir de ese momento, abandonadas las motillas, las gentes del Bronce de La Mancha tuvieron que redefinir sus relaciones con el medio ambiente, dando lugar, a finales de la Edad del Bronce, a una nueva organización social y económica y a nuevos modelos de poblamiento alejados de estos ambientes húmedos e insalubres donde antes estuvieron las motillas.

La Cultura de las Motillas puede ser la respuesta económica, simbólica y social ante una contingencia climática que derivó en una crisis ambiental. Por ello se potenciaron lugares como las motillas en respuesta a un periodo de aridez, mientras que se produjo gradualmente su abandono hacia otro tipo de enclaves tras la finalización de este periodo, al que siguió un incremento de los caudales de los ríos y un ascenso del nivel freático que hicieron innecesaria e inviable la continuidad del uso de las motillas.

Momentos relativamente más húmedos, dentro de este periodo, o al final del mismo, pudieron dar lugar a la construcción de diques alrededor de las motillas para contener crecidas de las aguas en los cursos superficiales. Las murallas perimetrales de las motillas pueden ser interpretadas como fortificaciones tal y como ha sucedido hasta ahora, pero también como diques de contención de las aguas para impedir que el agua embarrada y en algunos casos salobre que en ocasiones pudo fluir por los cauces fluviales habitualmente secos se mezclara con el agua dulce y limpia de los pozos. Las torres construidas en el interior de algunas motillas podrían no haber sido edificadas en clave militar o defensiva, sino logística y de aprovechamiento del acuífero; con el propósito de poder extraer agua del subsuelo o tal vez con el fin de conseguir altura para por presión poder regar los alrededores de las motillas y poder así desarrollar una agricultura intensiva hortícola de regadío en el entorno (López Sáez et al., 2014b). El canal presente en la motilla de El Azuer, que desde el centro del asentamiento se dirige hacia el exterior, pudo haber tenido relación con este propósito.

En 2000 se indicaba que para avanzar en el conocimiento del Bronce de La Mancha serían precisos proyectos de excavación arqueológica en yacimientos de diferentes escalas y características, con el fin de conocer las producciones y consumos en ellos (Gilman et al., 2000-2001: 320). Más de tres lustros después sólo se han abierto nuevas excavaciones sistemáticas en Castillejo del Bonete. Con esos datos y desde disciplinas como la Hidrogeoarqueología y la Arqueoastronomía ha sido posible aportar nuevas informaciones de interés al estudio del Bronce de La Mancha y de sus motillas, que no parecen ser clásicos poblados en llano fortificados mediante murallas destinados a almacenar cereal conseguido mediante tributos como se había planteado, sino algo más: aprovechamientos de agua subterránea integrados en uno de los primeros sistema hidráulicos en Europa, dotados de una fuerte carga simbólica y creados en un momento de fuerte crisis ambiental por sequía.

AGRADECIMIENTOS

La Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) han financiado esta investigación. Jesús del Pozo Tejado, técnico del IGME, ha elaborado los mapas, cortes y esquemas geológicos, así como las columnas litológicas que ilustran este trabajo. Juan I. Rozas Blanco es autor de las fotografías aéreas, a excepción de la 15, que es obra de Audio&Visual Factory. J. González-Gallego ha dibujado las figuras 13 y 14. José Luis Fuentes Sánchez ha tomado las cotas topográficas que aparecen en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARANDA, G.; FERNÁNDEZ, S.; HARO, M.; MOLINA, F.; NÁJERA, T. y SÁNCHEZ-ROMERO, M. (2008): "Water control and cereal management on the Broze Age Iberian Peninsula: la motilla del Azuer". *Oxford Journal of Archaeology*, 27 (3), p. 241-259.
- ARZ, H.W.; LAMY, F. y PATZOLD, J. (2006): "A pronounced dry event recorded around 4.2 ka in brine sediments from the northern Red Sea". *Quaternary Research*, 66 (3), p. 432-441. Doi:10.1016/j.yqres.2006.05.006.
- BAR-MATTHEWS, M.; AYALON, A. y KAUFMAN, A. (1997): "Late Quaternary Paleoclimate in the Eastern Mediterranean Region from Stable Isotope Analysis of Speleothems at Soreq Cave, Israel". *Quaternary Research*, 47 (2), p. 155-168. Doi:10.1006/qres.1997.1883.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. (2011): "Las motillas del Bronce de La Mancha: treinta años de investigación arqueológica". En P. Bueno, A. Gilman, C. Martín Morales y J. Sánchez-Palencia (eds.): *Arqueología, sociedad, territorio y paisaje. Estudios sobre Prehistoria Reciente, Protohistoria y transición al mundo romano en homenaje a M.^a Dolores Fernández Posse*. Bibliotheca Praehistorica Hispana, XXVIII, CSIC, Madrid, p. 141-162.
- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L.; MEJÍAS MORENO, M.; LÓPEZ GUTIÉRREZ, J.; ÁLVAREZ GARCÍA, H.J.; PALOMARES ZUMAJO, N.; MATA TRUJILLO, E.; MORALEDA SIERRA, J.; MENCHÉN HERREROS, G.; FERNÁNDEZ MARTÍN, S.; SALAZAR-GARCÍA, D.C.; ODRIOZOLA LLORET, C.; BENITO SÁNCHEZ, M. y LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2014): "Aportaciones hidrogeológicas al estudio arqueológico de los orígenes del Bronce de La Mancha: la cueva monumentalizada de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real-España)". *Trabajos de Prehistoria*, 71 (1), p. 76-94. Doi:10.3989/tp.2014.12125.
- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L.; ÁLVAREZ GARCÍA, H.J.; FERNÁNDEZ MARTÍN, S.; MATA TRUJILLO, E.; MORALEDA SIERRA, J.; PALOMARES ZUMAJO, N.; ODRIOZOLA LLORET, C.; MORGADO RODRÍGUEZ, A. y SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2014a): "Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real): Un complejo tumular prehistórico de la cultura de las Motillas en el Alto Guadalquivir". *Menga. Revista de Prehistoria de Andalucía*, 5, p. 151-173.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. y MEJÍAS M. (2014): "Los primeros poblados prehistóricos en el entorno de Daimiel. Las motillas de La Mancha". En M. Mejías (ed.): *Las Tablas y los Ojos del Guadiana: agua, paisaje y gente*. IGME-OAPN, Madrid, p. 65-104.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. y MEJÍAS, M. (2015): "La prehistórica Cultura de las Motillas: nuevas propuestas para un viejo problema". *Veleia*, 32, p. 111-124. Doi:10.1387/veleia.14981.

- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L.; PALOMARES ZUMAJO, N.; FERNÁNDEZ MARTÍN, S.; MATA TRUJILLO, E.; MENCHÉN HERREROS, G.; MONTERO RUIZ, I.; MORALEDA SIERRA, J.; MORGADO RODRÍGUEZ, A.; ÁLVAREZ GARCÍA, H.J.; BENITO SÁNCHEZ, M.; ODRIÓZOLA LLORET, C.; RUIZ-ALONSO, M. y SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2015a): “Paleoecología y cultura material en el complejo tumular prehistórico de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real): estudio analítico y contexto cultural”. *Menga, Revista de Prehistoria de Andalucía*, 6, p. 118-147.
- BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L.; SCHUHMACHER, T.X.; PALOMARES ZUMAJO, N.; ÁLVAREZ GARCÍA, H.J.; MATA TRUJILLO, E.; MORALEDA SIERRA, J.; MENCHÉN HERREROS, G. y SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2015b): “Marfil para los muertos en la Cultura de las Motillas: los botones de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real)”. *Madridener Mitteilungen*, 56, p. 40-61.
- BETTIS, J.E.; KREIGS, E.A. y WRIGHT, D.K. (2005): “A severe centennial-scale drought in midcontinental North America 4200 years ago and apparent global linkages”. *The Holocene*, 15 (3), p. 321-328. Doi:10.1191/0959683605hl825ft.
- BERGLUND, B.E. (2001): “Cultural landscapes in NW Europe. Is there a link to climate changes?”. *Terra Nostra*, 2001/3, p. 68-75.
- BERGLUND, B.E. (2003): “Human impact and climate changes – synchronous events and a causal link?”. *Quaternary International*, 105, p. 7-12.
- BOND, G.; SHOWERS, W.; CHESEBY, M.; LOTTI, R.; ALMASI, P.; DEMENECOAL, P.; PRIORE, P.; CULLEN, H.; HAJDAS, I. y BONANI, G. (1997): “A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates”. *Science*, 278, p. 1257-1266.
- BOOTH, R.K.; JACKSON, S.; FORMAN, S.L.; KUTZBACH, J.E.; BETTIS, E.A.; KREIGS, J. y WRIGHT, D.K. (2005). “A severe centennial-scale drought in midcontinental North America 4200 years ago and apparent global linkages”. *The Holocene*, 15 (3), p. 321-328. Doi:10.1191/0959683605hl825ft.
- CARRIÓN, J.S.; ANDRADE, A.; BENETT, K.D.; NAVARRO, C. y MUNUERA, M. (2001): “Crossing de forest thresholds: inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain”. *The Holocene*, 11, p. 150-152.
- CHAMBERS, F.M.; OGLE, M.I. y BLACKFORD, J.J. (1999): “Paleoenvironmental evidence for solar forcing of Holocene climate: linkages to solar science”. *Progress in Physical Geography*, 23, p. 181-204.
- CHAPMAN, R. (1991): *La formación de las sociedades complejas: el sureste de la Península Ibérica en el marco del Mediterráneo occidental*. Crítica, Barcelona.
- CHUN CHANG HUANG, JIANGLI PANG, XIACHOUN ZHA, HONGXIA SU y YAOFENG JIA (2011): “Extraordinary floods related to the climatic event at 4200 a BP on the Qishuihe River, middle reaches of the Yellow River, China”. *Quaternary Science Reviews*, 30 (3-4), p. 460-468. Doi:10.1016/j.quascirev.2010.12.007.
- CLARE, L. y WENINGER, B. (2010): “Social and biophysical vulnerability of prehistoric societies to Rapid Climate Change”. *Documenta Praehistorica*, 37, p. 283-292.
- COURTY, M.A. (1998): “The soil record of an exceptional event at 4000 B.P. in the Middle East”. *British Archaeological Reports*, International Series 728, p. 93-108.
- CULLEN, H.M.; DE MENOAL, P.B.; HEMMING, S.; HEMMING, G.; BROWN, F.H.; GUILDERTSON, T. y SIROCKO, F. (2000a): “Climate change and the collapse of the Akkadian Empire: evidence from the deep sea”. *Geology*, 28, p. 379-382.
- CULLEN, H.M. y DE MENOAL, P.B. (2000b): “North Atlantic influence on Tigris-Euphrates streamflow”. *International Journal of Climatology*, 20 (8), p. 853-863. Doi:10.1002/1097-0088(20000630)20:8<853::AID-JOC497>3.0.CO;2-M.
- DAVIS, M.E. y THOMPSON, L.G. (2006): “An Andean ice-core record of a Middle Holocene mega-drought in North Africa and Asia”. *Annals of Glaciology*, 43, p. 34-41. Doi:10.3189/172756406781812456.
- DE MENOAL, P.B. (2001): “Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene”. *Science*, 292 (5517), p. 667-673. Doi:10.1126/science.1059827.
- DRYSDALE, R.; ZANCHETTA, G.; HELLSTROM, J.; MAAS, R.; FALLICK, A.; PICKETT, M.; CARTWRIGHT, I. y PICCINI, L. (2005): “Late Holocene drought responsible for the collapse of Old World civilizations is recorded in an Italian cave flowstone”. *Geology*, 34 (2), p. 101-104. Doi:10.1130/G22103.1.
- ESTEBAN, C. y BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L. (en prensa): “Archaeoastronomy in Bronze Age sites of La Mancha (Spain)”. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*.

- FERNÁNDEZ MARTÍN, S.; BENÍTEZ DE LUGO, L. y PALOMARES ZUMAJO, N. (2015): “La cerámica del yacimiento arqueológico Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real). Estudio morfológico y tecnológico”. *Complutum*, 26, p. 133-152.
- FÁBREGAS, R.; MARTÍNEZ, A.; BLANCO, R. y CHESWORTH, W. (2003): “Environmental change and social dynamics in the second-third millennium BC in NW Iberia”. *Journal of Archaeological Science*, 30 (7), p. 859-871.
- FAGAN, B. (2007): *El largo verano. De la Era Glacial a nuestros días*. Gedisa, Barcelona.
- FERNÁNDEZ-POSSE, M.^oD.; GILMAN, A. y MARTÍN MORALES, C. (1996): “Consideraciones cronológicas sobre la Edad del Bronce en La Mancha”. *Homenaje al Profesor Manuel Fernández Miranda*. *Complutum Extra* 6 (I), p. 111-138.
- FERNÁNDEZ-POSSE, M.^oD.; GILMAN, A.; MARTÍN MORALES, C. y BRODSKY, M. (2008): *Las comunidades agrarias de la Edad del Bronce en La Mancha Oriental (Albacete)*. Bibliotheca Praehistorica Hispana, XXV, CSIC, Madrid.
- FRANCISCO, J.; BLANCO, A. y LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2006): “La transición Calcolítico-Bronce Antiguo desde una perspectiva ambiental y ambiental: el Valle de Amblés (Ávila) como referencia”. *Arqueología Espacial*, 26, p. 37-56.
- GALÁN Y SAULNIER, C. (1994): “La cerámica del Bronce de La Mancha”. *Simposio La Edad del Bronce de La Mancha* (Toledo, 1990), p. 5-36.
- GALÁN Y SAULNIER, C. y SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1994): “Santa María de El Retamar. 1984-1994”. En *Arqueología en Ciudad Real. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha*, Toledo, p. 87-110.
- GAO HUAZHONG; ZHU CHENG y XU WEIFENG (2007): “Environmental change and cultural response around 4200 cal. yr BP in the Yishu River Basin, Shandong”. *Journal of Geographical Sciences*, 17 (3), p. 285-292. Doi:10.1007/s11442-007-0285-5.
- GASSE, F. y VAN CAMPO, E. (1994): “Abrupt post-glacial climate events in West Asia and North Africa monsoon domains”. *Earth and Planetary Science Letters*, 126 (4), p. 435-456. Doi:10.1016/0012-821X(94)90123-6.
- GIBBONS A. (1993): “How the Akkadian Empire was hung out to dry”. *Science*, 261, p. 985-998. Doi:10.1126/science.261.5124.985.
- GILMAN, A.; FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y MARTÍN MORALES, C. (2000-200): “Avance de un estudio del territorio del Bronce Manchego”. *Zephyrus*, 53-54, p. 311-322.
- GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. (2016): “Recensión a Mejías, M., Benítez de Lugo, L., López-Sáez, J.A. y Esteban, C. (eds.): *Arqueología, Hidrogeología y Medio Ambiente en la Edad de Bronce de La Mancha: la Cultura de las Motillas*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2015, 119 p. ISBN: 978-84-7840-972-3”. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 42, p. 224-228.
- IBARRA, P. (2015): “Prospección geofísica aplicada al estudio de las motillas de la Edad del Bronce de La Mancha”. En M. Mejías, L. Benítez de Lugo, J.A. López-Sáez y C. Esteban: *Arqueología, Hidrogeología y Medio Ambiente en la edad del Bronce de La Mancha: la Cultura de las Motillas*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, p. 45-50.
- JULIÁ, R.; RIERA, S. y BURJACHS, F. (2001): “Holocene short events in the Iberian Peninsula based on pollen records”. *Terra Nostra*, 2001/2, p. 42-49.
- KERR, R.A. (1998): “Sea-Floor Dust Shows Drought Felled Akkadian Empire”. *Science*, 279 (5349), p. 325-326. Doi:10.1126/science.279.5349.325.
- LENGUAZCO GONZÁLEZ, R. (2012): *Estudio de materiales y análisis de su relación con los contextos excavados en la Motilla de El Retamar (Argamasilla de Alba, Ciudad Real)*. Arqueomás monografías, 3.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A. y BLANCO, A. (2003): “La mutación Bronce Final/Primer Hierro en el suroeste de la Cuenca del Duero (Provincia de Ávila): ¿cambio ecológico y social?”. En A. Esparza: *Encuentro de Jóvenes Investigadores sobre Bronce Final y Hierro en la Península Ibérica*. Fundación Duque de Soria-Universidad de Salamanca, Salamanca, p. 219-238.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A.; BLANCO GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ MERINO, L.; RUIZ ZAPATA, M.B.; DORADO VALIÑO, M.; PÉREZ DÍAZ, S.; VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A. y BURJACHS, F. (2009): “Landscape and climatic changes during the end of the Late Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, central Spain), from 1200 to 400 cal BC”. *Quaternary International*, 200, p. 90-101.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A.; ABEL SCHAAD, A.; PÉREZ DÍAZ, S.; BLANCO GONZÁLEZ, A.; ALBA SÁNCHEZ, F.; DORADO, M.; RUIZ ZAPATA, B.; GIL GARCÍA, M.J.; GÓMEZ GONZÁLEZ, C. y FRANCO MÚGICA, F. (2014a): “Vegetation history, climate and human impact in the Spanish Central System over the last 9000 years”. *Quaternary International*, 353, p. 98-122.

- LÓPEZ SÁEZ, J.A.; ALBA SÁNCHEZ, F.; NÁJERA COLINO, T.; MOLINA GONZÁLEZ, F.; PÉREZ DÍA, S. y SABARIEGO RUIZ, S. (2014b): "Paleoambiente y sociedad en la edad del bronce de La Mancha: la Motilla del Azuer". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, p. 391-422.
- LULL, V.; MICÓ PÉREZ, R.; RIHUETE HERRADA, C. y RISCH VERDOLAY, R. (2014): "La Bastida fortification: new light and new questions on Early Bronze Age societies in the western Mediterranean". *Antiquity*, 88 (340), p. 395-410.
- MAGNY, M. (2004): "Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements". *Quaternary International*, 113, p. 65-79.
- MAGNY, M.; VANNIÈRE, B.; ZANCHETTA, G.; FOUACHE, E.; TOUCHAIS, G.; PETRIKA, L.; COUSSOT, C.; WALTER-SIMONNET, A.V. y ARNAUD, F. (2009): "Possible complexity of the climatic event around 4300-3800 cal. BP in the central and western Mediterranean". *The Holocene*, 19, p. 823-833.
- MARTÍN MORALES, C.; FERNÁNDEZ-MIRANDA, M., FERNÁNDEZ-POSSE, M.^oD. y GILMAN, A. (1993): "The Bronze Age of La Mancha". *Antiquity*, 67, p. 23-45.
- MAYEWSKI, P.A.; ROHLING, E.E.; CURT STAGER, J.; KARLÉN, W.; MAASCH, K.A.; DAVID MEEKER, L.; MEYERSON, E.A.; GASSE, F.; VAN KREVELD, S.; HOLMGREN, K.; LEE-THORP, J.; ROSQVIST, G.; RACK, F.; STAUBWASSER, M.; SCHNEIDER, R.R. y STEIG, E.J. (2004): "Holocene climate variability". *Quaternary Research*, 62, p. 243-255.
- MEJÍAS, M.; BENÍTEZ DE LUGO, L.; DEL POZO, J. y MORALEDA, J. (2014): "Los primeros aprovechamientos de aguas subterráneas en la Península Ibérica. Las motillas de Daimiel en la Edad del Bronce de La Mancha". *Boletín Geológico y Minero*, 125 (4), p. 455-474.
- MEJÍAS, M.; BENÍTEZ DE LUGO, L.; LÓPEZ SÁEZ, J.A. y ESTEBAN, C. (eds.) (2015): *Arqueología, hidrogeología y medio ambiente en la Edad del Bronce de La Mancha. La Cultura de las Motillas*. Ministerio de Economía y Competitividad-Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- MELTZER, D. y COLLINS, M. (1987): "Prehistoric water wells on the Southern High Plains: clues to altithermal climate". *Journal of Field Archaeology*, 14, p. 9-28.
- MENOTTI, F. (1999): "The abandonment of the ZH-Mozartstrasse Early Bronze Age lake settlement. GIS computer simulations of the lake level fluctuation hypothesis". *Oxford Journal of Archaeology*, 18 (2), p. 143-155.
- MENOUNOS, B.; CLAGUE, J.J.; OSBORN, G.; LUCKMAN, B.H.; LAKERMAN, T.R. y MINKUS, R. (2008): "Western Canadian glaciers advance in concert with climate change c. 4.2 ka". *Geophysical Research Letters*, 35 (7), L07501. Doi:10.1029/2008GL033172.
- MOLINA, F.; NÁJERA, T.; ARANDA, G.; SÁNCHEZ, M. y HARO, M. (2005): "Recent fieldwork at the Bronze Age fortified site of Motilla del Azuer (Daimiel, Spain)". *Antiquity*, 79 (306), p. 223-235.
- MONSALVE ROMERA, A.; SÁNCHEZ ROMERO, M. y GONZÁLEZ MARTÍN, A. (2014): "Las comunidades de la Edad del Bronce de La Mancha desde la Arqueología y la Antropología Física". *Menga, Revista de Prehistoria de Andalucía*, 5, p. 175-197.
- MONTERO RUIZ, I.; BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L.; ÁLVAREZ GARCÍA, H.J.; GUTIÉRREZ-NEIRA, P.C.; MURILLO-BARROSO, M.; PALOMARES ZUMAJÓ, N.; MENCHÉN HERREROS, G.; MORALEDA SIERRA, J. y SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2014): "Cobre para los muertos. Estudio arqueométrico del material metálico procedente del monumento megalítico prehistórico Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real-España)". *Zephyrus*, LXXIII, p. 109-132. Doi:http://dx.doi.org/10.14201/zephyrus201473109132.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (2004): "Las motillas: un modelo de asentamiento con fortificación central en la Llanura de La Mancha". En *La Península Ibérica en el II milenio a.C.: Poblados y fortificaciones*. Universidad de Castilla-La Mancha, p. 173-214.
- NÁJERA, T.; MOLINA, F.; JIMÉNEZ, S.; SÁNCHEZ, M.; AL OUMAOUI, I.; ARANDA, G.; DELGADO, A. y LAFFRANCHI, Z. (2010): "La población infantil de la motilla del Azuer: Un estudio bioarqueológico". *Complutum*, 21, p. 69-102.
- NÁJERA, T.; JIMÉNEZ BROBEIL, S.; MOLINA, F.; DELGADO, A. y LAFFRANCHI, Z. (2012): "La aplicación de los métodos de la Antropología Física a un yacimiento arqueológico: la motilla del Azuer". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 22, p. 149-183.
- O'BRIEN, S.R.; MAYEWSKI, P.A.; MEEKER, L.D.; MEESE, D.A.; TWICKLER, M.S. y WHITLOW, S.I. (1995): "Complexity of Holocene climate as reconstructed from Greenland Ice core". *Science*, 270, p. 1962-1964.

- ODRIOZOLA, C.; BENÍTEZ DE LUGO, L.; VILLALOBOS, R.; MARTÍNEZ-BLANES, J.M.; AVILÉS, M.A.; PALOMARES, N.; BENITO, M.; BARRIO, C. y SALAZAR-GARCÍA, D.M. (2016): "Personal body ornamentation on the Southern Iberian Meseta: An archaeomineralogical study". *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 5, p. 156-167. Doi:10.1016/j.jasrep.2015.11.021.
- PARKER, A.G.; GOUDIE, A.S.; STOKES, S.; WHITE, K.; HODSON, M.J.; MANNING, M. y KENNET, D. (2006): "A record of Holocene climate change from lake geochemical analyses in southeastern Arabia". *Quaternary Research*, 66 (3), p. 465-476. Doi:10.1016/j.yqres.2006.07.001.
- PEISER, B.J. (1998): "Comparative analysis of Late Holocene environmental and social upheaval: evidence for a Global Disaster around 4000 BP". *British Archaeological Reports*, International Series 278, p. 117-139.
- POLO MARTÍN, E.; BUENO RAMÍREZ, P.; BALBÍN BEHRMANN, R. de; BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L. y PALOMARES ZUMAJO, N. (2015): "Manifestaciones gráficas en la Cueva-Sima del Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real)". *Arqueología del Interior Peninsular-Arpi*, 2, p. 90-107.
- POLO MARTÍN, E.; BUENO RAMÍREZ, P.; BALBÍN BEHRMANN, R. de; BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, L. y PALOMARES ZUMAJO, N. (en prensa): "La Sima de Castillejo del Bonete: Arte Esquemático en contextos kársticos funerarios de la Submeseta Sur". *XIX International Rock Art Conference IFRAO 2015 'Symbols in the Landscape: Rock Art and Its Context' (Caceres-Extremadura, Spain) (31 August 4 September 2015)*.
- RIEHL, S. (2008): "Climate and agriculture in the ancient Near East: a synthesis of the archaeobotanical and stable carbon isotope evidence". *Vegetation History and Archaeobotany*, 17 (1), p. 43-51. Doi:10.1007/s00334-008-0156-8.
- ROLAND, T.P.; CASELDINE, C.J.; CHARMAN, D.J.; TURNEY, C.S.M. y AMESBURY, M.J. (2014): "Was there a '4.2 ka event' in Great Britain and Ireland? Evidence from the peatland record". *Quaternary Science Reviews*, 83, p. 11-27. Doi:10.1016/j.quascirev.2013.10.024.
- ROMERO, H. y SÁNCHEZ MESEGUER, J.L. (1988): "La facies necrópolis del Cerro de La Encantada: aproximación a una estratigrafía". *I Congreso de Historia de Castilla-La Mancha*, III. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, p. 139-149.
- SALAZAR-GARCÍA, D.C.; BENÍTEZ DE LUGO, L.; ÁLVAREZ, H.J. y BENITO, M. (2013): "Estudio diacrónico de la dieta de los pobladores antiguos de Terrinches (Ciudad Real) a partir del análisis de isótopos estables sobre restos óseos humanos". *Revista Española de Antropología Física*, 34, p. 6-14.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J.L. (1994): "El cerro de La Encantada y el Bronce Pleno en La Mancha". En *Arqueología en Ciudad Real*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, p. 71-85.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J.L. y GALÁN SAULNIER, C. (2001): "Restos, huellas y evidencias. Complejos de Culto en El Cerro de La Encantada". *Studien in Memoriam Wilhelm Schüle*. Verlag Marie Leidorf GMBH, p. 379-417.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J.L.; FERNÁNDEZ VEGA, A.; GALÁN SAULNIER, C. y POYATO HOLGADO, C. (1985): "El altar de cuernos de La Encantada y sus paralelos orientales". *Oretum*, I, p. 125-174.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J.L. y GALÁN SAULNIER, C. (2004): "El cerro de La Encantada". En R. García Huerta y F.J. Morales Hervás (coords.): *La Península Ibérica en el II Milenio a.C.: poblados y fortificaciones*. Universidad de Castilla-La Mancha, p. 115-172.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J.L. y GALÁN SAULNIER, C. (2011): "Los cuernos de la consagración en el Cerro de La Encantada: cronología de un símbolo". *Espacio, Tiempo y Forma (Serie I)*, 4, p. 141-152.
- STANLEY, J.-D.; KROM, M.D.; CLIFF, R.A. y WOODWARD, J.C. (2003): "Nile flow failure at the end of the Old Kingdom, Egypt: Strontium isotopic and petrologic evidence". *Geoarchaeology*, 18 (3), p. 395-402. Doi:10.1002/gea.10065.
- STAUBWASSER, M.; SIROCKO, F.; GROOTES, P.M. y SEGL, M. (2003): "Climate change at the 4.2 ka BP termination of the Indus valley civilization and Holocene south Asian monsoon variability". *Geophysical Research Letters*, 30 (8), p. 1425. Doi:10.1029/2002GL016822.
- TEIXIDÓ, T.; ARTIGOT, E.G.; PEÑA, J.A.; MOLINA, F.; NAJERA, T. y CARRIÓN, F. (2013): "Geoarchaeological Context of the Motilla de la Vega Site (Spain) Based on Electrical Resistivity Tomography". *Archaeological Prospection*, 20, p. 11-22, Publ. online 10 February 2013 in Wiley Online Library. Doi:10.1002/arp.1440.
- THOMPSON, L.G.; MOSLEY-THOMPSON, E.; DAVIS, M.E.; HENDERSON, K.A.; BRECHER, H.H.; ZAGORODNOV, V.S.; MASHIOTTA, T.A.; PING-NAN LIN; MIKHALENKO, V.N.; HARDY, D.R. y BEER, J. (2002): "Kilimanjaro Ice Core Records Evidence of Holocene Climate Change in Tropical Africa". *Science*, 298, p. 589-93. Doi:10.1126/science.1073198.
- VAN GEEL, B. y RENSSSEN, H. (1998): "Abrupt climatic change around 2650 BP in North-West Europe: evidence for climatic teleconnections and a tentative explanation". En A. Issar y N. Brown (eds.): *Water, environments and society in times of climatic change*. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, p. 21-41.

- WEISS, H.; COURTY, M.A.; WETTERSTROM, W.; GUICHARD, F.; SENIOR, L.; MEADOW, R. y CURNOW, A. (1993): "The genesis and the collapse of Third Millenium North Mesopotamiam Civilization". *Science*, 261, p. 995-1004.
- WILKINSON, T.J. (1997): "Environmental fluctuations, agricultural production and collapse: a view from Bronze Age Upper Mesopotamia". En D. Nüzhet, G. Kukla y H. Weiss (eds.): *Third Millenium B.C. Climate change and old World collapse*. NATO ASI Series, Serie I, vol. 49, p. 67-106.
- WU WENXIANG y LIU TUNGSHENG (2004): "Possible role of the 'Holocene Event 3' on the collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China". *Quaternary International*, 117 (1), p. 153-166. Doi:10.1016/S1040-6182(03)00125-3.