

## ESTUDIO GEOARQUEOLÓGICO DE LOS DÓLMENES DE ANTEQUERA

F. Carrión Méndez, J. A. Lozano Rodríguez, D. García González, T. Muñiz López, P. Félix, C. F. López Rodríguez, J. A. Esquivel Guerrero, I. Mellado García, Instituto Andaluz de Geofísica, Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada

EN MAYO DE 2005, LA DIRECCIÓN GENERAL DE BIENES CULTURALES DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA ENCARGÓ LA REALIZACIÓN DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN GEOARQUEOLÓGICO CON EL OBJETIVO DE ESTUDIAR DE MODO MÁS PORMENORIZADO EL CONJUNTO MEGALÍTICO DE ANTEQUERA (MÁLAGA), UNO DE LOS YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS MÁS VISITADOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA. PARA CUMPLIR LOS OBJETIVOS PROPUESTOS, SE DESARROLLÓ UN ENFOQUE GEOARQUEOLÓGICO QUE INTEGRÓ LAS SIGUIENTES LÍNEAS PRINCIPALES DE INVESTIGACIÓN: REALIZAR LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL ENTORNO A ESCALA 1:10.000; ESTUDIAR Y CLASIFICAR LAS LITOLOGÍAS PRESENTES EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOS MONUMENTOS MEGALÍTICOS; LOCALIZAR LAS CANTERAS UTILIZADAS POR LOS CONSTRUCTORES PREHISTÓRICOS; RECONOCER LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS MATERIALES MEDIANTE UN ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL DOLMEN DE MENGA; EXCAVAR Y RESTAURAR EL DOLMEN Y EL TÚMULO DE MENGA.

### GEOARCHAEOLOGICAL STUDY OF THE ANTEQUERA DOLMEN

IN MAY 2005, THE CULTURAL PROPERTY DEPARTMENT OF THE ANDALUSIAN AUTONOMOUS GOVERNMENT COMMISSIONED A GEOARCHAEOLOGICAL RESEARCH PROJECT WITH THE AIM OF STUDYING IN GREATER DETAIL THE MEGALITHIC MONUMENTS AT ANTEQUERA (MALAGA), ONE OF THE MOST VISITED ARCHAEOLOGICAL SITES ON THE IBERIAN PENINSULA. IN ORDER TO MEET THE PROPOSED OBJECTIVES, A GEOARCHAEOLOGICAL APPROACH WAS DEVELOPED THAT INTEGRATED THE FOLLOWING PRINCIPLE LINES OF WORK: A GEOLOGICAL MAPPING OF THE WHOLE AREA TO 1:10.000 SCALE; THE STUDY AND CLASSIFICATION OF LITHOLOGIES OF THE MATERIALS USED TO CONSTRUCT THE MEGALITHIC MONUMENTS; THE LOCATION OF THE QUARRIES USED BY THE PREHISTORIC CONSTRUCTORS; THE IDENTIFICATION OF MATERIAL PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES USING A GEOTECHNICAL STUDY OF THE MENGA DOLMEN; AND THE EXCAVATION AND RESTORATION THE MENGA DOLMEN AND TOMB.

## Introducción

El Conjunto Arqueológico objeto de estudio se encuentra situado en las inmediaciones de la ciudad de Antequera, al sur de la Península Ibérica. La comarca de Antequera, que se extiende por el norte de la provincia de Málaga, se sitúa en el denominado Surco Intrabético constituyendo un paso clave hacia las campiñas del Guadalquivir. Por el sur, queda separada de la zona meridional de la provincia por las sierras del valle de Abdalajís, Chimenea, Pelada, Cabras y Camarolos; al este, las sierras de Gibaltón y de Los Pedrosos la separan de las depresiones interiores granadinas, mientras que, por el norte, la zona en la que el límite de la comarca de Antequera queda menos definido, la sierra de los Caballos marca el paso a las campiñas sevillanas; por último, al oeste, la sierra de Cañete sirve de frontera occidental (GUARNIDO, 1977; CARVAJAL y RUIZ, 1984).

El conjunto está formado por los dólmenes de Menga y Viera, muy próximos entre sí, y por el Tholos de El Romeral, que dista unos dos kilómetros de los anteriores. Los sepulcros de Viera y El Romeral fueron descubiertos en los primeros años del siglo XX por los hermanos Viera; en el caso de Menga, las referencias escritas se remontan al siglo XVI (GÓMEZ, 1905; MÁRQUEZ, 2000; FERRER et al., 2004).

En el Dolmen de Menga podemos distinguir tres zonas: un atrio, un corredor y una enorme cámara. La longitud de todo el conjunto megalítico alcanza los 27,5 metros. El atrio de entrada es el que se encuentra en peor estado de conservación, por la pérdida de alguno de sus elementos estructurales o la rotura de los que aún conserva. El segundo tramo, con una planta rectangular, está formado por seis ortostatos y una losa de cobertura con una altura de unos 2,50 metros. La cámara presenta las dimensiones más grandes, con una longitud de 16,10 metros y una altura que va aumentando desde la entrada hasta el final de la cámara, donde alcanza los 3,30 metros. Está formada por quince ortostatos cubiertos por cuatro losas. A su vez, presenta tres pilares, que se sitúan en la unión de las losas de cobertura.

El Dolmen de Viera está formado por un largo corredor de unos 19 metros que da paso a la cámara a través de una puerta perforada. En la parte inicial de este corredor se han perdido las losas de cobertura y el dintel de la puerta perforada que daba acceso a su segundo tramo. La cámara es un espacio cuadrangular de 1,6 metros de anchura por dos de altura.

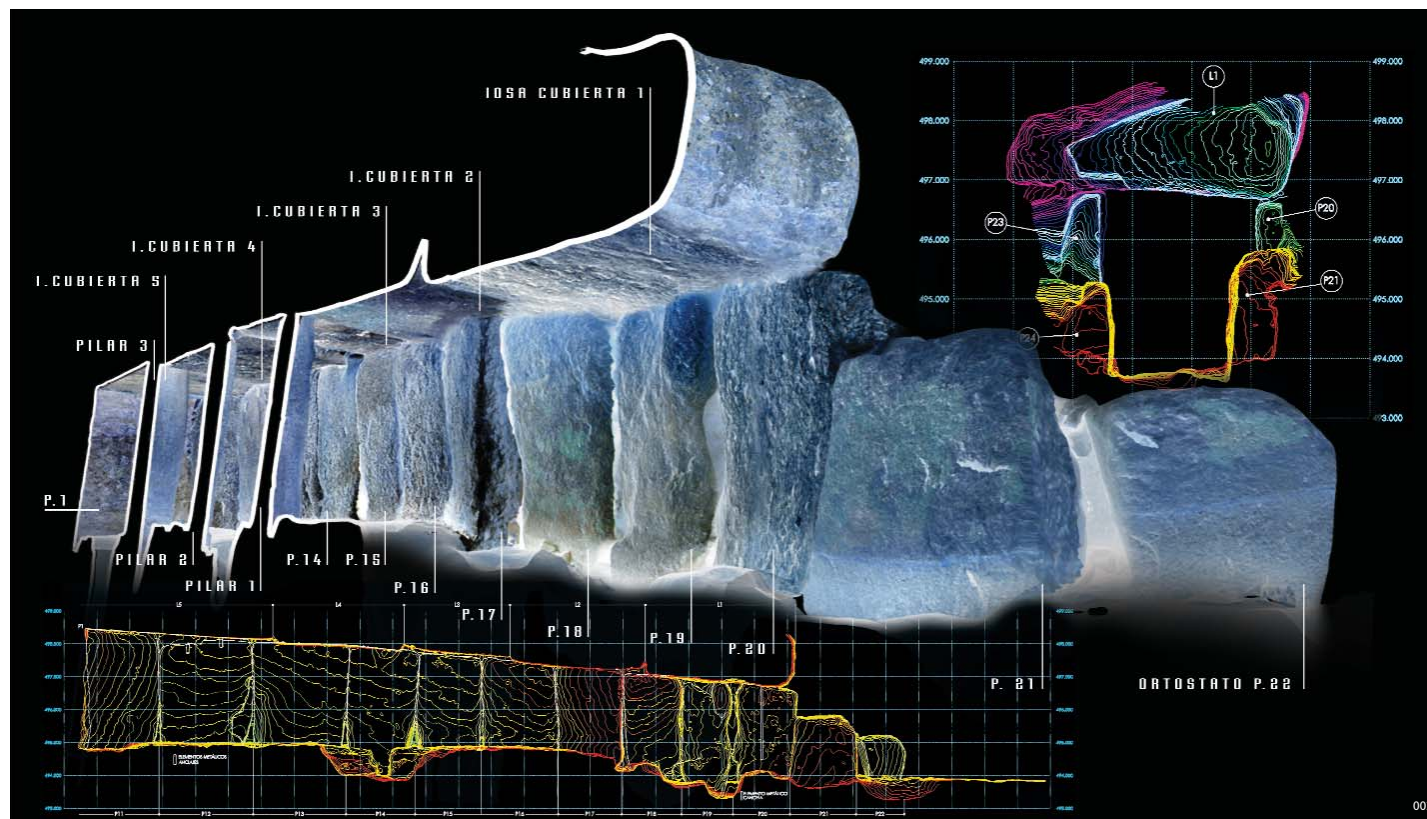
En cuanto a El Romeral, se configura como un tholos formado por un corredor con paredes de mampostería de piedra y cubierta de losas que da acceso a una cámara a través de una puerta adintelada. La cámara, de forma circular y un diámetro de 5,20 metros, se cierra con una cúpula conformada por la técnica de aproximación de hiladas. La altura total de la cámara es de unos cuatro metros. Tras esta, existe un segundo corredor conformado al igual que el primero, con paredes de mampostería y losas, que da paso a una segunda cámara con las mismas características arquitectónicas que la primera, pero de dimensiones mucho más reducidas, destacando la existencia de una gran losa de unos 20 centímetros de espesor.

Las primeras investigaciones acerca del Dolmen de Menga aparecen hacia mitad del siglo XIX (MITJANA, 1847) y se intensifican a lo largo todo el siglo XX (GÓMEZ, 1905; MERGELINA, 1922; LEISNER y LEISNER, 1943; GIMÉNEZ, 1946). Ya en la década de 1990 se lleva a cabo una serie de actuaciones que incluyen la realización de numerosos cortes arqueológicos a cargo de la Universidad de Málaga (FERRER et al., 2004).

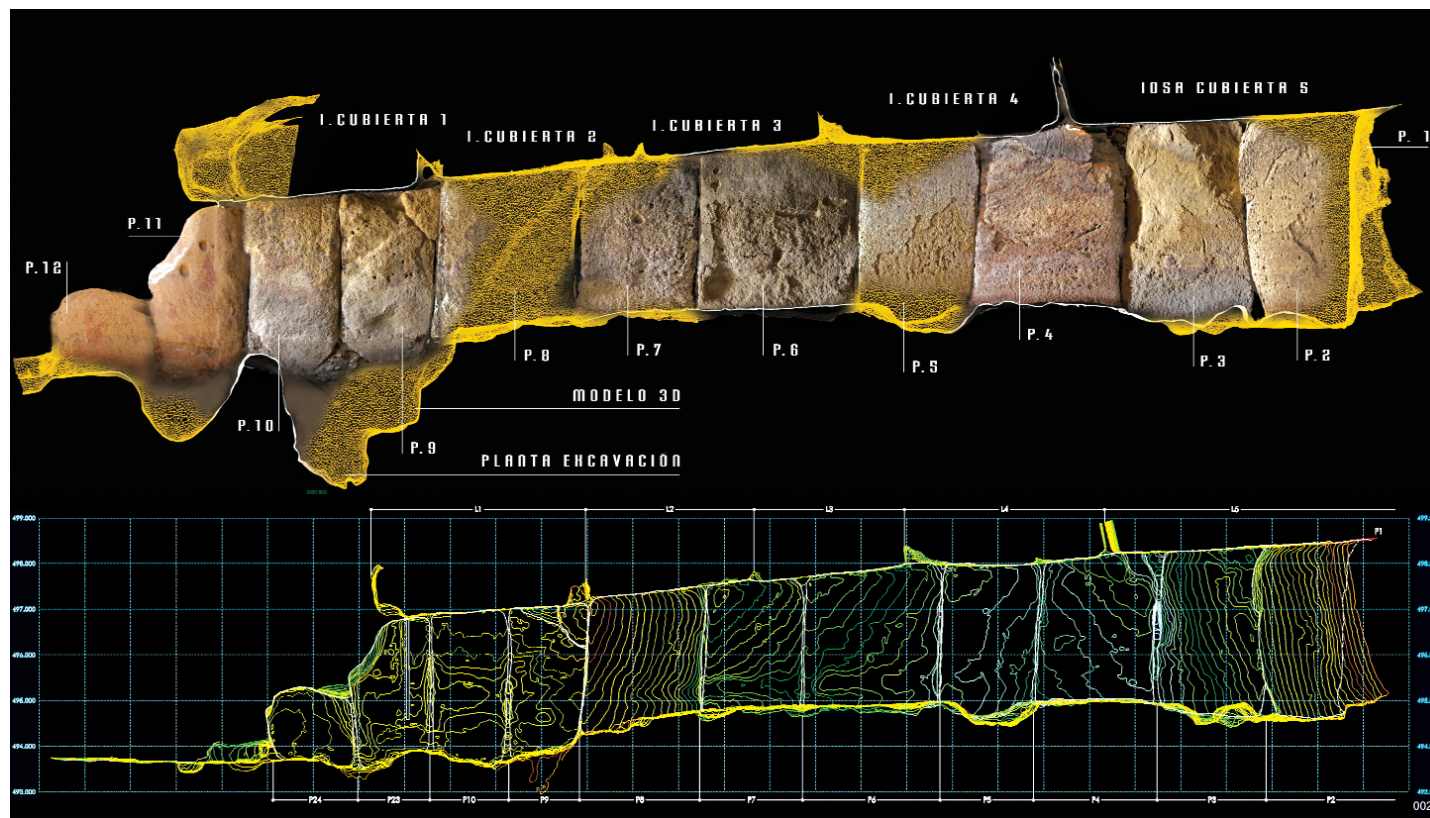
## Objetivos del proyecto de investigación

Los trabajos de investigación de campo y laboratorio han sido llevados a cabo íntegramente por personal investigador del Instituto Andaluz de Geofísica y del Departamento de Prehistoria y Arqueología, pertenecientes ambos a la Universidad de Granada.

El objetivo general de esta investigación ha sido el de contribuir al estudio e interpretación histórica del conjunto megalítico. Por lo

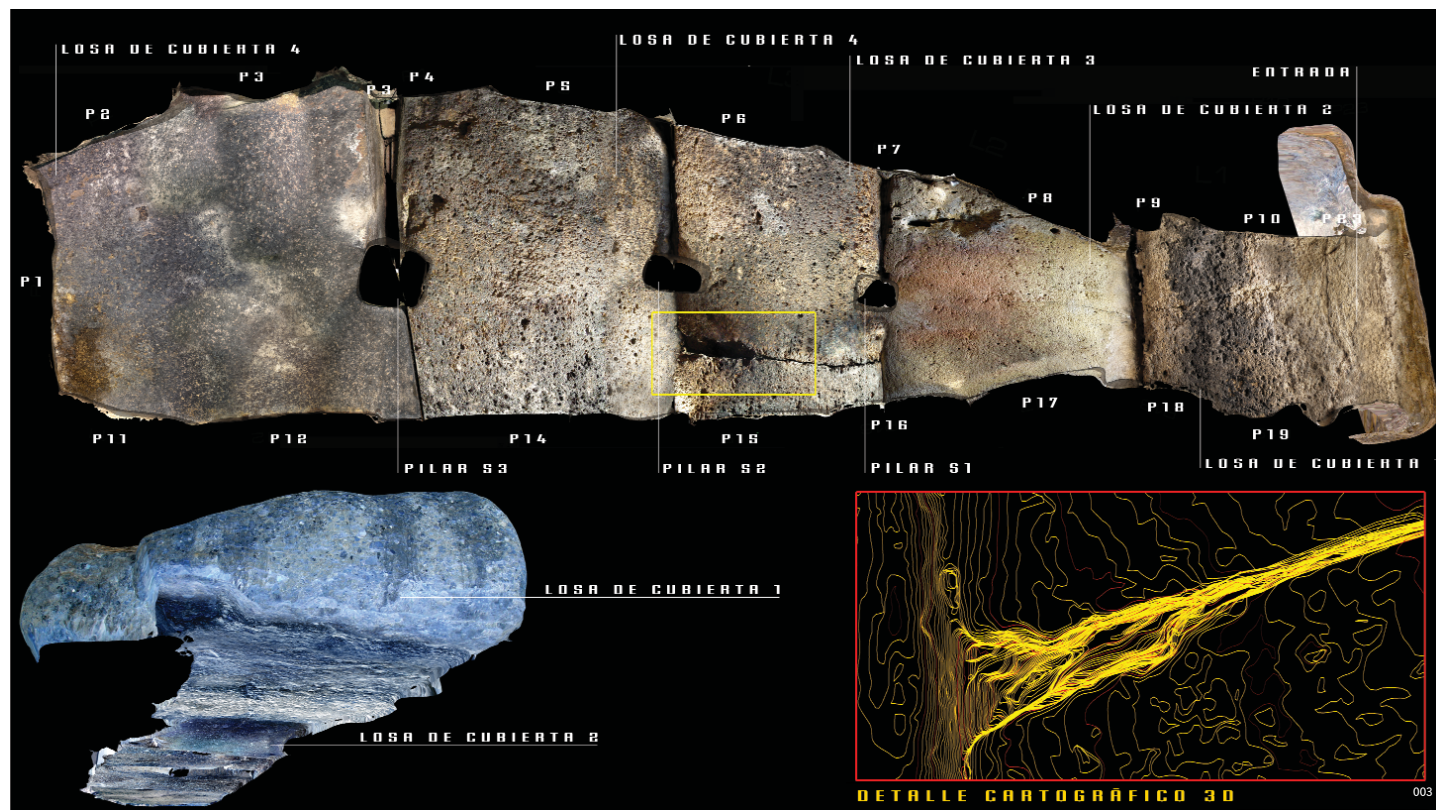


001. Dolmen de Menga. Alzado derecho y entrada / Imagen:  
Técnicas Documentales Tecnológicas. Fuente: Conjunto  
Arqueológico Dólmenes de Antequera

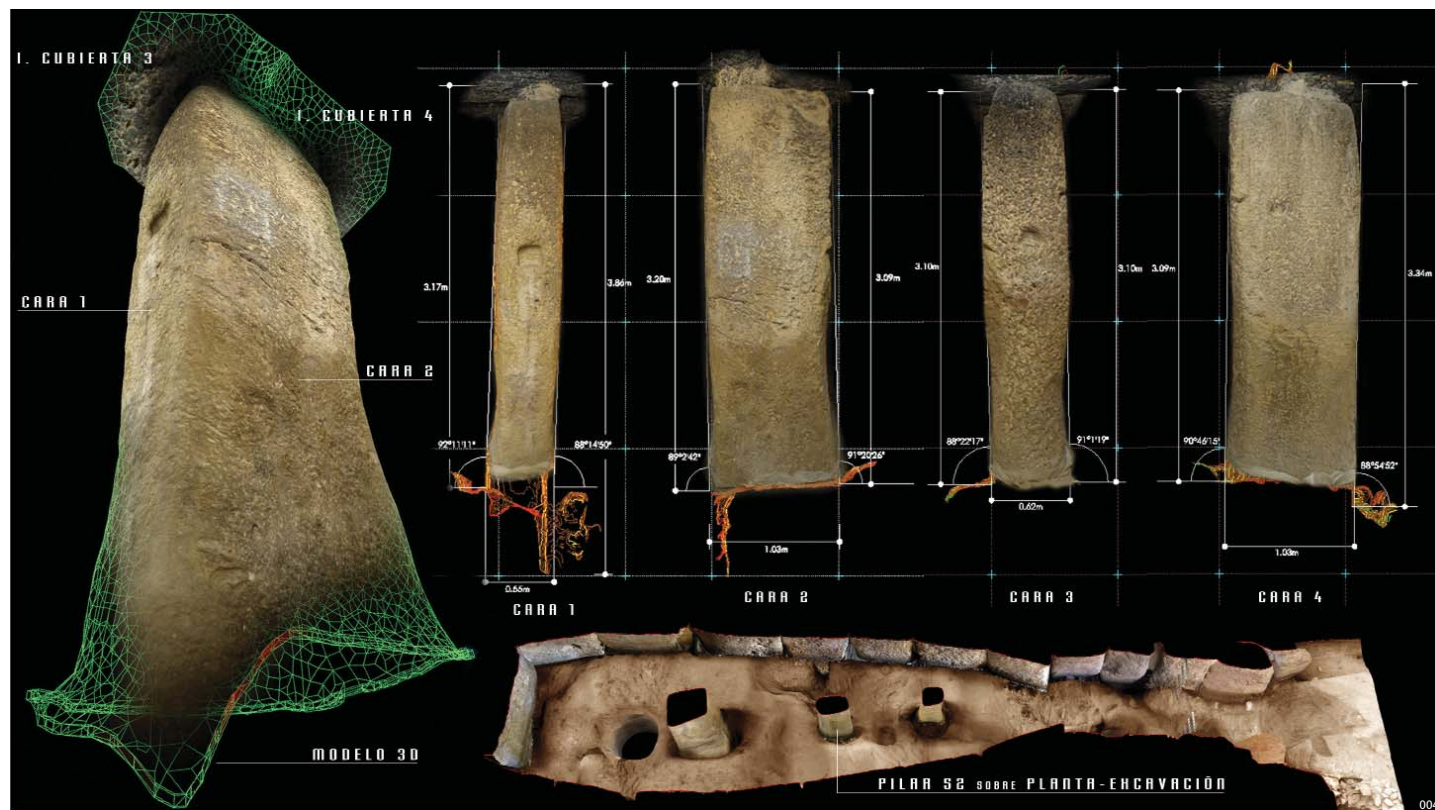


002. Alzado izquierdo / Imagen: Técnicas Documentales Tecnológicas. Fuente: Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera





003. Dolmen de Menga. Losas de cubierta / Imagen:  
Técnicas Documentales Tecnológicas. Fuente: Conjunto  
Arqueológico Dólmenes de Antequera



004. Pilar S2. Ortofotografía, modelo 3D y situación en planta / Imagen: Técnicas Documentales Tecnológicas.  
Fuente: Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera

tanto, el estudio geoarqueológico estuvo encaminado al conocimiento del medio geológico local y regional así como al estudio de los materiales líticos empleados para la manufactura de grandes ortostatos y losas de cobertura que conforman la arquitectura de los dólmenes de Menga y Viera y del Tholos de El Romeral. A su vez, el estudio del origen de la materia prima lítica y de los sistemas de aprovisionamiento, involucrando la explotación de canteras para la construcción de los dólmenes, han constituido también objetivos prioritarios de este proyecto de investigación.

El objetivo de estos estudios era comprobar si existe relación entre los materiales calcareníticos y brechas del Tortonense superior empleados en el sistema constructivo de los sepulcros con los afloramientos naturales presentes tanto en el entorno inmediato como en las proximidades de la necrópolis. El estudio de estas relaciones entre necrópolis y afloramientos nos ha conducido, finalmente, a la determinación de las distancias desde las fuentes de suministro, la tecnología de extracción de bloques y el transporte de ortostatos y losas de cobertura hasta el lugar de emplazamiento de los dólmenes.

Para la materialización de estos objetivos se han llevado a cabo las siguientes propuestas:

Una aproximación al contexto geográfico y geológico en el marco de la escala local y regional mediante:

- Estudio geológico de los entornos de la ciudad de Antequera con la realización de una cartografía geológica de detalle a escala 1:10.000.
- Obtención de una litoteca de referencia que ha sido georreferenciada mediante GPS.
- Ejecución de estudios petrográficos, petrológicos y micropaleontológicos.

Estudio geológico de los dólmenes de Menga y Viera y el Tholos de El Romeral mediante:

- Estudio petrológico de las tres sepulturas.
- Toma de muestras litológicas.

- Realización de estudios específicos a nivel micropaleontológico.

Estudio detallado de las probables áreas de captación de materiales líticos empleados en la construcción de los dólmenes.

Estudio arqueogeométrico del Dolmen de Menga, con la realización de mediciones y cálculos matemáticos sobre todos y cada uno de los elementos estructurales que lo conforman, determinando volúmenes y cálculos relativos al sistema constructivo.

Estudio geotécnico del Dolmen de Menga con la finalidad de:

- Caracterizar las propiedades mecánicas del material sobre el que se asientan los ortostatos y pilares, para determinar la carga de hundimiento y los asentamientos inducidos.
- Establecer las características físicas de los materiales que componen el dolmen (densidad aparente, la densidad seca, el peso específico de las partículas sólidas, la porosidad, la humedad y el grado de saturación).
- Estudiar las propiedades mecánicas de estos componentes estructurales tales como la resistencia a la compresión simple, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, etc.
- Determinar las sollicitaciones de esfuerzos a las que está sometido el dolmen, debido tanto a su propio peso como a la sobrecarga de tierras del túmulo.
- Explicar el origen de las grietas que presentan algunos de los ortostatos y losas de cubierta.

### Métodos y técnicas aplicadas a la investigación geoarqueológica de los dólmenes de Menga, Viera y Tholos de El Romeral

Para la identificación de las áreas de captación de las materias primas que conforman los elementos estructurales de los dólmenes, se identificaron macroscópicamente y a través de métodos petrográficos y geoquímicos los distintos materiales líticos presentes en los megalitos. De la misma forma que entre ellos presentan diferencias en cuanto a sus dimensiones, arquitectura y téc-

005. Pilar S2 del Dolmen de Menga /  
Imagen: F. Carrión y otros

006. Ortostato P10 del Dolmen de Menga /  
Imagen: F. Carrión y otros



nicas de construcción, las litologías empleadas en cada uno son también distintas. Una primera fase de identificación de los materiales que componen los elementos estructurales de los megalitos mediante medios macroscópicos fue complementada mediante el estudio de lámina delgada.

Paralelamente a este análisis litológico, se llevó a cabo un estudio geotécnico del Dolmen de Menga orientado a determinar las propiedades del material geológico sobre el que se asienta el sepulcro, así como las características físicas y mecánicas de los ortostatos, pilares y losas de cobertera.

El siguiente paso consistió en la planificación de la fase de campo. El trabajo se inició con la aproximación al marco geológico y geográfico mediante el estudio de la bibliografía especializada y de la cartografía con ayuda de la fotografía aérea y de satélite disponible. Para ello, hemos empleado la cartografía topográfica a la escala 1:10.000 publicada por el Instituto Cartográfico de Andalucía (hoja 1023-44), escala que permitía abarcar todas las litologías presentes en el conjunto megalítico y las distintas facies presentes, explicando así su geología histórica. En resu-

men, se ha llevado a cabo una labor de prospección muy sistemática, motivada por la escala elegida, que permitió cartografiar afloramientos de pocos metros. Esta prospección geoarqueológica presentó varias fases:

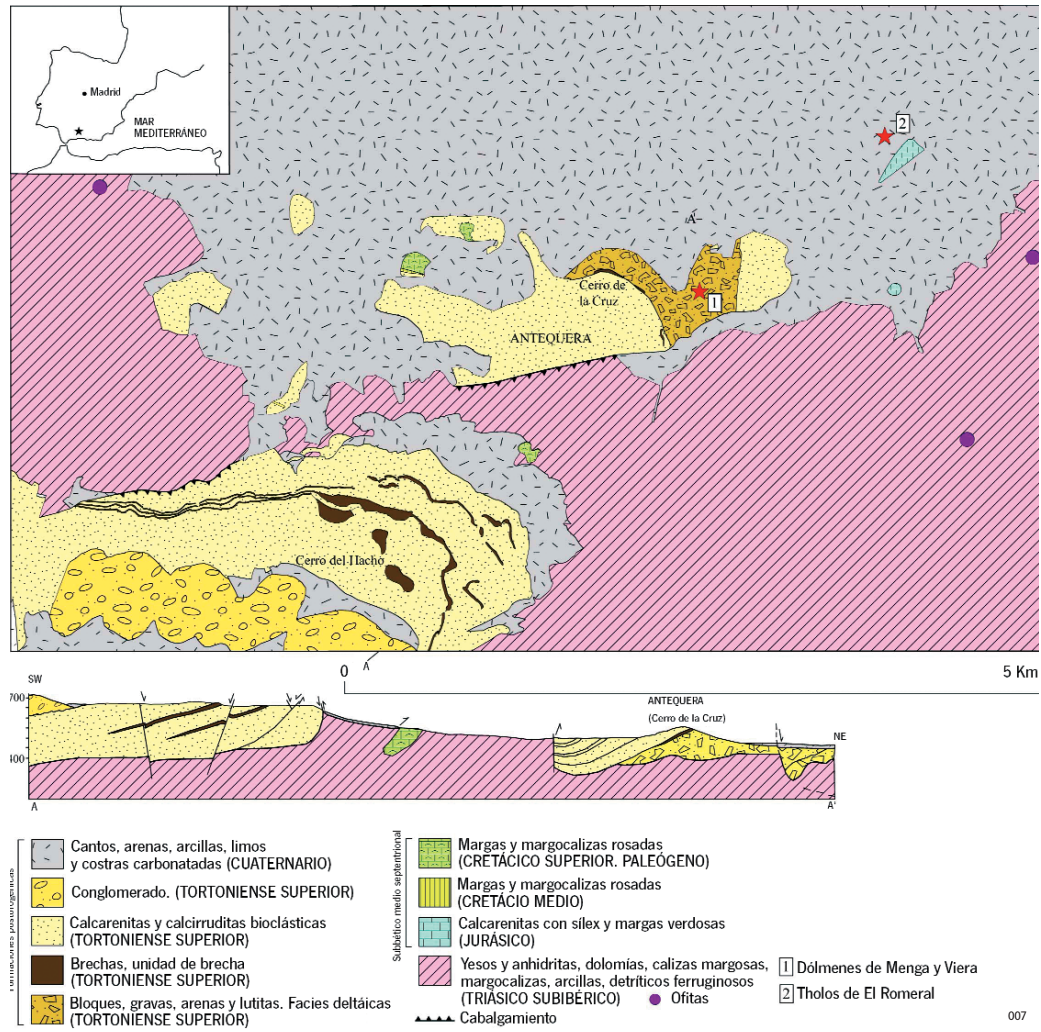
#### 1. Prospección Selectiva

Estuvo encaminada al conocimiento de las unidades geológicas existentes en el área de estudio. Se ha contrastado la información aportada por la cartografía geológica publicada observándose que, en ocasiones, ésta no respondía a la realidad litológica, o bien los límites de las distintas unidades no se encontraban bien definidos.

#### 2. Prospección Intensiva

Destinada a cartografiar de forma precisa las distintas unidades geológicas, haciendo hincapié en aquellas relacionadas directamente con las litologías presentes en los dólmenes de Menga, Viera y el Tholos de El Romeral. Por consiguiente, fue fundamental la elaboración de cartografías de detalle que pudiesen mostrar todas las fenomenologías relativas a la disposición geológica de los materiales en una escala mucho más cercana a nuestros inte-





007. Mapa geológico del entorno de los dólmenes / Imagen: F. Carrión y otros. Fuente: Dpto. Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada

reses, donde se incluyesen actividades económicas de aprovisionamiento de materias primas.

### 3. Toma de Muestras

Ésta permitió la elaboración de una litoteca con las muestras seleccionadas procedentes de las unidades descritas. Para la preparación de la litoteca, el muestreo que se realizó fue de carácter sistemático, en que cada muestra obtenida directamente de las diversas formaciones y unidades geológicas fue posicionada en la cartografía disponible mediante GPS con coordenadas UTM. Además se incluyó una documentación fotográfica del área de donde se ha obtenido y un sistema de registro para su informatización en una base de datos. Por último, se ha aplicado un Sistema de Información Geográfica (SIG), que ha permitido organizar de forma eficiente todo el volumen de información obtenido.

## Resultados

### Geología y geomorfología

Desde el punto de vista de la Geología, los dólmenes de Menga y Viera se localizan sobre materiales sedimentarios de *facies de delta* de edad Tortonense superior (Mioceno), abundando las arenas poco o nada cementadas y gravas poligenéticas y heterométricas, así como algún que otro bloque de considerable tamaño junto a niveles de lutitas de escasa potencia. El Tholos de El Romeral, por el contrario, está al parecer ubicado sobre materiales del Jurásico (Imagen 7).

La geomorfología es consecuencia directa de los materiales geológicos que forman la zona: generando una topografía alomada y no muy abrupta, con caída en todas direcciones en torno a los 25-30 metros hasta la llanura cuaternaria, salvo por una zona estrecha de 10 a 25 metros, a modo de península, en la parte suroeste, por donde se sale del pequeño cerro donde se ubican Menga y Viera. Esta salida está marcada por las cabeceras de dos pequeños arroyos que discurren en direcciones enfrentadas.

### Ubicación de las canteras de materia prima para la construcción de los dólmenes de Menga y Viera

Las investigaciones geológicas plasmadas en el ámbito de este proyecto implicaron la realización de una cartografía a escala 1:10.000 sobre la hoja topográfica 1023-44 (Instituto Cartográfico de Andalucía). Esta labor posibilitó la identificación de cuatro series estratigráficas de materiales del Tortonense superior (SERRANO, 1979), teóricamente compatibles con los materiales utilizados en la construcción de los monumentos megalíticos de Menga y Viera.

El conjunto más antiguo está definido por las series de Marimacho, cerro de la Cruz y barrio de los Remedios, todas ubicadas muy cerca del emplazamiento de los dólmenes. La serie del Marimacho consiste en unas facies de playa y plataforma en donde se aprecian movimientos relativos del nivel del mar de alto orden y termina a techo con facies deltaicas. Estos deltas presentan litologías propias de materiales de edad triásica, cretácica y del *Complejo del Campo de Gibraltar*, que eran los terrenos elevados en esa época. Posteriormente, se produce una transgresión marina, colocándose encima de los deltas las facies de playa. Éstas presentan eventualmente abanicos aluviales que transportan materiales entre los acantilados marinos, proporcionando un material grosero propio de playas conglomeráticas. Esta cuenca sigue evolucionando con otras dos transgresiones, estabilizándose a techo de la serie con una progradación.

La serie topográficamente más alta es la del Hacho de Antequera, localizada al sur de la ciudad: la secuencia de areniscas puede tener aquí unos 170 metros de espesor y presenta desde facies de rodolitos de algas rojas de zona de factoría hasta facies turbidíticas e, incluso, niveles de ostras (*Ostrea clasistrea gryphoides* y *Ostrea lamellosa*). Existe una unidad de brecha intercalada en esta serie, poligénica, común en la mayoría de las cuencas terciarias, para esta misma edad (MARTÍN, BRAGA y BETZLER, 1996), que responde a una paleoplaya re TRABAJADA en parte por las mareas y el oleaje, con depósitos en forma de lóbulos, aunque en su

origen fue posiblemente portada por conos de deyección desde el continente. Pero lo más importante de esta serie del Hacho es la presencia de terrígenos de litología distinta de la presente en las demás series y estructuras sedimentarias no correlacionables: abundan las ostras con respecto a los pectínidos, así como los cantos redondeados y fracturados de carbonatos del Lías, nódulos de sílex, etc., de origen fluvial. Se trata, por lo tanto, de una paleogeografía con rellenos procedentes de áreas diferentes y separadas, posiblemente por un Triásico que se eleva a modo de diapiro debido a la tectónica y a su contenido en sales y yesos.

Las litologías que configuran los elementos estructurales del Dolmen de Menga y de la mayor parte del de Viera responden a rocas sedimentarias detríticas formadas en un contexto marino costero de carbonatos templados, de edad Tortonense superior, ubicados en las series de Marimacho/cerro de la Cruz que, por otra parte, tienen la ventaja de estar mucho más cercanas respecto a los monumentos.

Estratigráficamente, este Tortonense superior está constituido por unos materiales detríticos deltaicos en la base, de 30 metros de potencia, seguidos por facies de playa (*foreshore*) de no más de dos metros de espesor. Encima aparece una brecha de a veces más de siete metros (unidad de brecha), pasando a facies de shoals muy potentes (10-15 metros) y terminando a techo con una alternancia de margas y areniscas en paquetes de 3-5 metros de potencia con un suelo de alteración. Tanto la unidad de brecha como la facies de foreshore se acuñan, no estando presentes en todos los cortes geológicos. Por otro lado, las facies de factoría, pertenecientes a la plataforma carbonatada templada, son observables en un único corte geológico, puesto que también se acuñan o cambian lateralmente de facies.

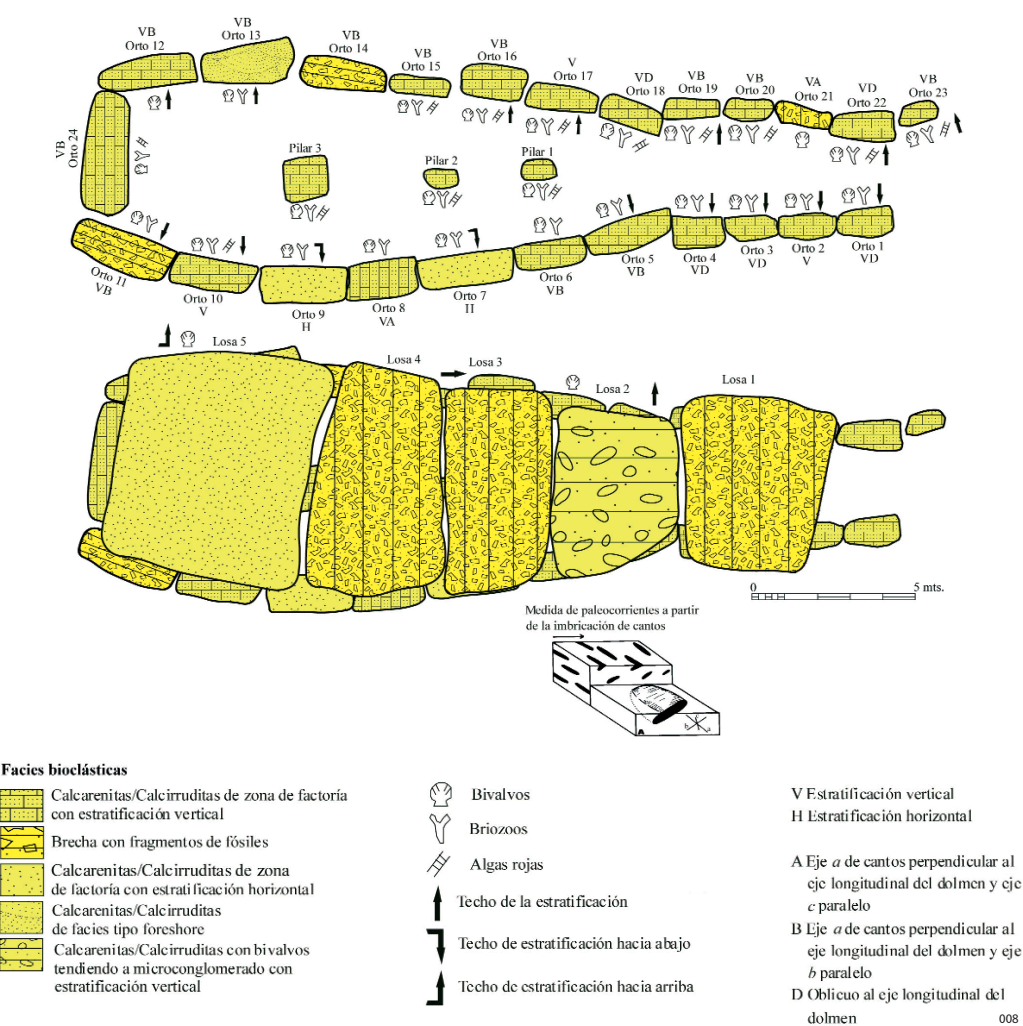
De las litologías señaladas, el Dolmen de Menga está compuesto por facies de factoría, en su gran mayoría, unidad de brecha, microconglomerado con abundancia de bivalvos, y un ortostato de facies de foreshore. En el caso del vecino sepulcro de Viera, predominan los materiales de esta última facies. Con el estudio

estratigráfico y paleogeográfico que hemos realizado se ha podido reconstruir la ubicación en el terreno de las unidades litoestratigráficas pertinentes, mediante la obtención de una serie de medidas estadísticas de paleocorrientes en las estructuras internas de las facies de shoals, así como la abundancia relativa de terrígenos en las facies deltaicas e, incluso, la cantidad de pisolitos en la unidad de brecha. Con todo esto, se pudo llegar a la conclusión de que la paleolínea de costa, para un momento determinado del Tortonense superior, presentaba una dirección más o menos NO-SE para esta latitud. A partir de aquí fue posible establecer la ubicación de algunas de las distintas partes de la paleoplaza y de la paleoplataforma.

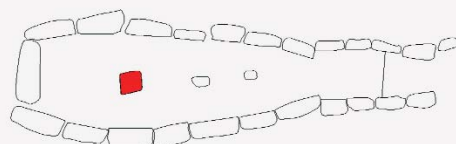
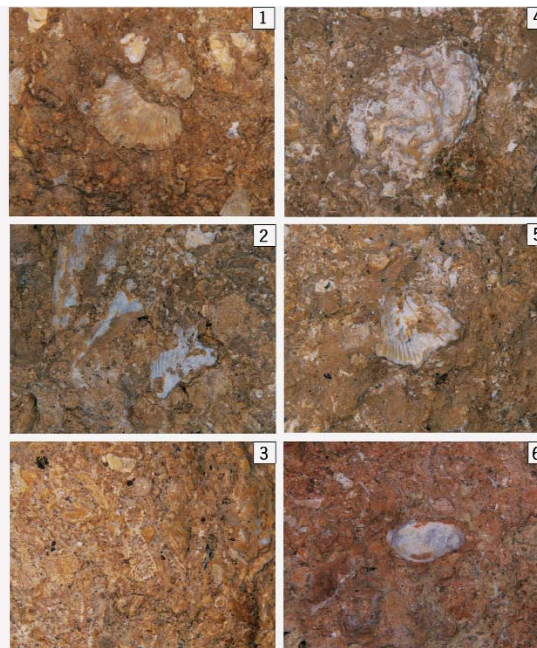
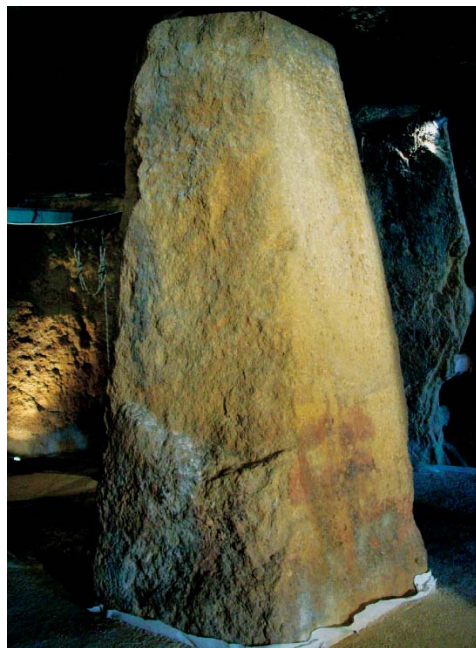
Se situarían por tanto la zona de factoría, la unidad de brecha y la facies de shoals en una franja estrecha comprendida entre el cerro de la Cruz y el barrio de Los Remedios, con dirección NE-SO (Iglesia de la Santísima Trinidad, único lugar donde aparece la zona de factoría). De los componentes de Menga, en el cerro de la Cruz sólo aparece la unidad de brecha, ubicándose ésta directamente sobre las facies de delta. Un análisis en detalle de la litología de esta brecha nos demuestra que presenta menor contenido en pisolitos que los existentes en el dolmen. En el barrio de Los Remedios surgen igualmente las facies de shoals y la unidad de brecha, estando esta última a su vez sobre las facies de foreshore y éstas sobre las deltaicas. Por otro lado, hay que anotar que aquí la unidad de brecha presenta mucha más matriz terrígena que la presente en Menga.

En definitiva, creemos que es posible asegurar que los materiales utilizados en la edificación de los sepulcros megalíticos de Menga y Viera no proceden de los afloramientos de areniscas y conglomerados carbonatados del Hacho de Antequera. La ubicación de las canteras explotadas por los constructores prehistóricos no es conocida con precisión absoluta, pero los datos litoestratigráficos que poseemos indican, con una probabilidad muy elevada, para los afloramientos de la serie cerro de la Cruz / barrio de Los Remedios, que es casi seguro que los ortostatos y losas de cubierta de material brecha no se extrajeron en el cerro de la Cruz pro-

008. Esquema litológico y estructural del Dolmen de Menga / Imagen: F. Carrión y otros. Fuente: Dpto. Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada







- 1. Bivalvo. Pecten
- 3. Briozoo
- 5. Bivalvo. Pecten

- 2. Bivalvo. Pecten
- 4. Alga
- 6. Ostra

009. Detalle de la paleofauna de uno de los elementos estructurales del Dolmen de Menga / Imagen: F. Carrión y otros. Fuente: Dpto. Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada

piamente dicho, al contrario de lo que afirma la tradición local. La cantera o canteras deberían de haberse localizado en un área o banda muy estrecha comprendida entre el barrio de los Remedios y las inmediaciones del cerro de la Cruz, es decir, muy cerca de la ubicación final de los sepulcros.

### El Dolmen de Menga

#### Litología y conservación

En el estudio litológico del Dolmen de Menga se ha podido diferenciar, a grandes rasgos, tres tipos distintos de rocas (Imagen4): calcarenitas/calcirruditas bioclásticas (procedentes de facies de factoría y de foreshore), una brecha plana poligenética con matriz calcárea muy cementada (facies de foreshore como consecuencia de abanicos aluviales que superan paleoacantilados marinos) y, por último, un microconglomerado con bivalvos (también de facies de foreshore). Hay que señalar que dentro de la facies de factoría hemos encontrado materiales de dos subfacies: una correspondiente a fauna de bivalvos y briozoos y otra de bivalvos, briozoos y algas rojas (a 5-7 metros más profunda sobre el nivel del mar Tortoniense superior que la primera) (imagen 6).

Desde el punto de vista de la paleofauna, se observan especies típicas de carbonatos templados de plataforma y playa: briozoos, bivalvos (*Clamys*, *Pectínidos*, etc.), algas (rojas, *Dasycladáceas*, etc.), espinas de erizo, foraminíferos (*Nummulites*, *Amphisteginas*, *Globigerinas*, *Operculinas*, etc.) y algún braquiópodo (imágenes 7 y 8).

Los ortostatos y las losas de cobertura del dolmen presentan algunos problemas de conservación que pueden suponer, a medio plazo, graves problemas de estabilidad. El más delicado está constituido por la fracturación que se observa en todos los componentes estructurales del monumento, pero de modo más importante en las losas del techo, con fracturas en forma de diaclasa e incluso con pérdida de masa (Losa 3). Su génesis se debe a procesos microtectónicos (movimiento lento de los materiales del Triásico

que subyacen a los de edad miocénica que forman el substrato en donde se asienta el dolmen), actuantes con carácter más significativo en la Losa 3 por ausencia de un pilar de sustentación necesario para reducir este efecto. Muchas de las fracturas son recientes, puesto que algunas de ellas cortan las costras calcáreas y oscuras.

Otros problemas de conservación están formados por la erosión de la parte baja de los ortostatos (probablemente como consecuencia del rozamiento del ganado, incrementado por un mayor contenido de humedad de estas zonas) y por alteraciones químicas de tipo concreciones y disoluciones.

La alteración química más importante se ha producido por reiterados procesos de combustión realizados dentro del monumento, que provocaron el desarrollo de una costra oscura constituida por sulfatos cálcicos hidratados en forma de cristales de yeso, creciendo entre los elementos estructurales de la piedra, con distintos hábitos y tamaños, con la consiguiente disminución superficial de la permeabilidad de la roca, disgregación, pérdida de masa y, finalmente, su disolución.

La segunda clase de alteración superficial de los ortostatos y losas de techo de Menga lo constituye la formación de una costra calcárea. Esta capa de carbonato cálcico se origina a partir de la actividad microbiológica y de su interacción con el oxígeno y los componentes minerales elementales de la roca, generándose principalmente nitratos que se transforman en ácido nítrico y disuelven el carbonato cálcico, produciendo óxido cálcico. Este producto, mediante la reacción posterior con el dióxido de carbono, crea un precipitado de carbonato cálcico.

Además de las costras antes descritas, existen algunas eflorescencias de nitrato potásico, identificadas con DRX y F-Tir, estando también presente una cantidad significativa de cloruros, puestos de manifiesto en el microanálisis con SEM-DEX (ESPINOSA, 1998).

Finalmente, se aprecia un fenómeno importante de deformación de tipo mecánico, visible sobre todo en el Ortostato 13: este ele-

mento estructural del dolmen pertenece litológicamente a la facies de foreshore y está compuesto por unas estructuras internas consistentes en estratificaciones planares que facilitan el pandeo, por sobrepeso en la vertical, ya que el ortostato ha sido extraído de la cantera paralelo a la estratificación y a la laminación y su colocación en el dolmen se ha realizado con estas estructuras orientadas paralelamente a la dirección de los esfuerzos.

#### Estudio geotécnico del Dolmen de Menga

Se ha realizado un estudio geotécnico completo del Dolmen de Menga, cuyos objetivos fueron los siguientes:

- Caracterizar las propiedades mecánicas del material sobre el que se asientan los ortostatos, determinar la carga de hundimiento y los asentamientos inducidos.
- Determinar las características físicas de los ortostatos, al menos de sus litologías representativas, entre las que podemos destacar la densidad aparente, la densidad seca, el peso específico de las partículas sólidas, la porosidad, la humedad y el grado de saturación.
- Estudiar las propiedades mecánicas de los ortostatos tales como la resistencia a compresión simple, la resistencia a tracción, el módulo de elasticidad, etc.
- Determinar las sollicitaciones de esfuerzos a las que están sometidos los distintos ortostatos debido tanto a su propio peso como a la sobrecarga de tierras situadas sobre los laterales y la cubierta.
- Explicar el origen de las grietas que presentan los ortostatos en función de las sollicitudes indicadas anteriormente.

La elevada capacidad portante del terreno y las pequeñas presiones ejercidas por los ortostatos sobre el mismo han asegurado la estabilidad del dolmen a lo largo de los siglos. En cuanto al análisis estructural, cabe decir que las grietas observadas en las Losas 1 y 2 no se han producido por el momento flector debido al propio peso de la roca y a la sobrecarga de tierras sobre la misma, puesto que la tracción inducida por dicho momento es bastante inferior a la resistencia a tracción de la roca. En el resto de las losas de cubierta, la tracción ocasionada por el momento es menor pero próxima a la resistencia a tracción de la roca e

incluso pudo haber sido superado en el pasado con una mayor sobrecarga de tierras en el túmulo. Tal era la conciencia de tal efecto que por esta razón se colocaron los pilares centrales de forma que dicho momento sufriera una reducción considerable.

Las fracturas observadas en las losas de cobertera han podido acrecentarse con la pérdida de los pilares y del apoyo de estos, una vez se eliminan los calzos.

Por último, cabe comentar que el lajamiento que se observa en el Ortostato 13 se ha producido por pandeo debido a la presión vertical ejercida sobre él y abarca la altura total de la pieza con un espesor de apertura comprendido entre los 8 y los 15 centímetros.

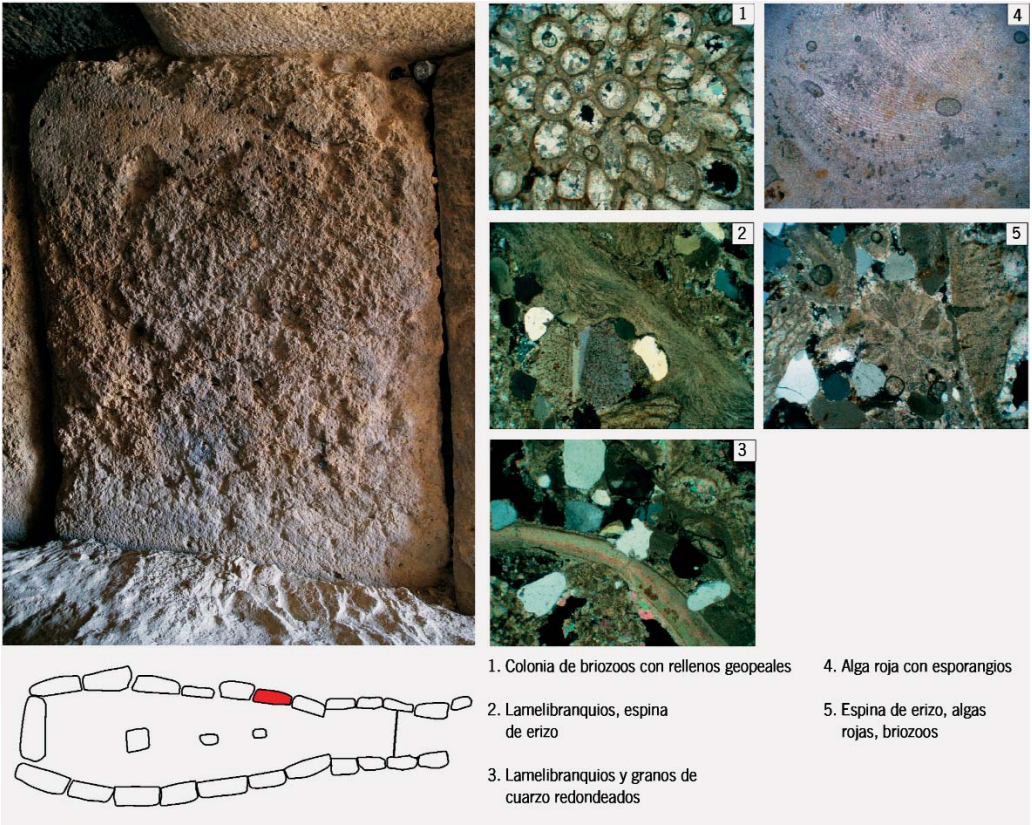
#### Geometría del Dolmen de Menga

A partir de la planimetría y los datos de campo, se han establecido unas conclusiones importantes acerca de las dimensiones del monumento, el diseño arquitectónico, el planteamiento previo al diseño, el análisis energético, etc., que proporcionan una información de gran importancia acerca de la construcción del dolmen y de sus constructores.

En primer lugar, toda la construcción se ha realizado pensando en cómo se va a visualizar el monumento desde el interior del mismo, por ello los aspectos estéticos se establecen para ser llevados a cabo exclusivamente en el interior, de manera que:

- Las dimensiones del monumento mantienen unas proporciones casi perfectamente regulares a partir de las partes visibles del mismo: altura visible y anchura visible.
- Los ortostatos y las losas que conforman la cubierta están bastante alisadas y se mantienen en un plano paralelo al suelo, sin inclinaciones laterales. Y puesto que el suelo mantiene una pequeña inclinación, existe una variación de las alturas visibles en tres partes, lo que permite mantener el paralelismo de las losas de la cubierta.
- Existen tres partes respecto a las alturas visibles que constituyen conjuntos independientes: 1) formada por los cinco primeros

010. Microfotografía de láminas delgadas entre nicols cruzados (10X) de uno de los componentes estructurales del Dolmen de Menga / Imagen: F. Carrión y otros



010



ortostatos a partir del central, 2) el resto de ortostatos excepto los dos pequeños de la parte final, y 3) una parte muy residual distinta del resto del dolmen formada por los dos pequeños ortostatos del final.

- Los análisis previos indican que otras variables no visibles no están previamente determinadas. Así, el grosor, la anchura, la altura total (en los casos en los que se ha podido establecer), son muy variables. Además, la parte oculta de los ortostatos verticales no tienen relación con respecto a la parte visible, es decir, son independientes.

Existe una simetría general respecto a la planta del monumento bastante clara, incluyendo los pilares del centro; sin embargo, un análisis detallado muestra que existen bastante diferencias entre los ortostatos de la parte izquierda y los de la parte derecha (mirando hacia el interior desde la entrada); los ortostatos de la izquierda siguen una curva continua bastante acusada, mientras que los ortostatos de la derecha siguen una línea bastante más recta que los anteriores.

El volumen interior del dolmen se ha calculado en 270 m<sup>3</sup>, un valor bastante grande que no solamente indica sus dimensiones volumétricas, sino que permite afirmar que, si la técnica de construcción exigía rellenar el interior de arena para posteriormente poder colocar la cubierta y eliminar dicho relleno, el gasto energético sería el correspondiente a mover 540 m<sup>3</sup>, cantidad muy importante que es necesaria tener en cuenta, si se considera cierta alguna teoría constructiva que incluya este proceso. Además, habría que contar con el gasto energético necesario para vaciar los cimientos y para construir el túmulo, ambos muy difíciles de estimar en este estadio de la excavación.

Estas consideraciones inducen la existencia de un patrón arquitectónico bien definido basado en la geometría, indicando que ya en el período de construcción del dolmen, los habitantes de la zona de Antequera conocían conceptos y términos métricos y geométricos, como se ha constatado en Los Millares y otras zonas del sureste durante el Calcolítico (ESQUIVEL y NAVAS, 2005, 2007).

## El Dolmen de Viera

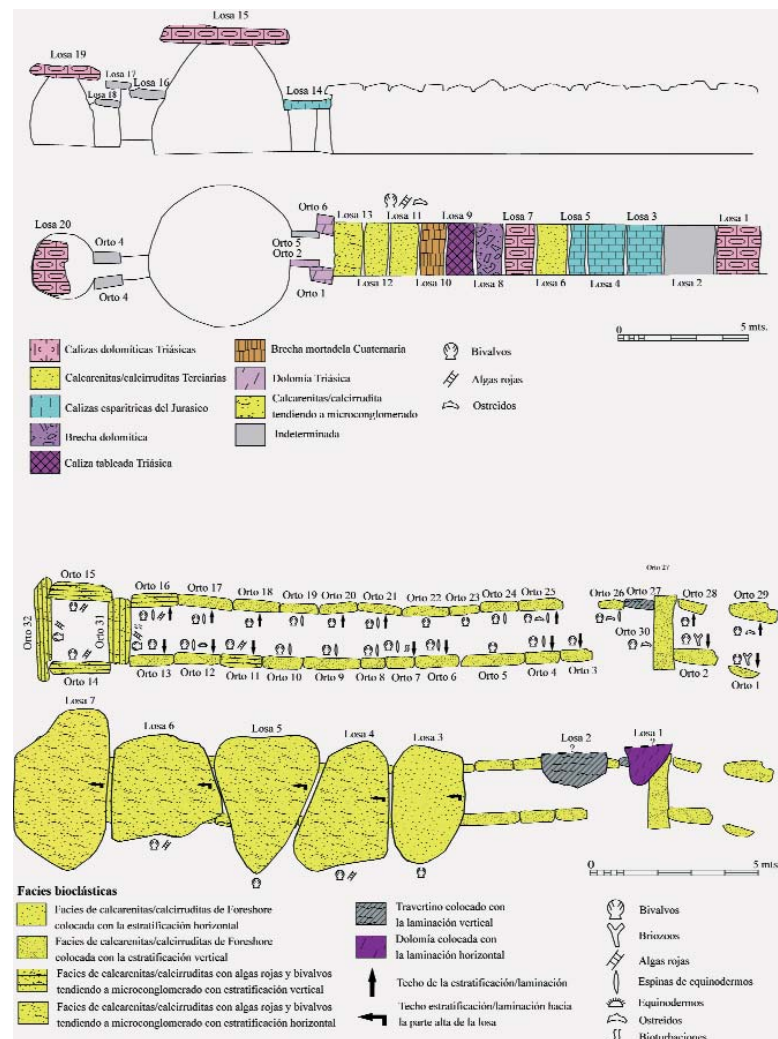
Este monumento es bastante más homogéneo que el de Menga en cuanto a la litología que constituye sus elementos estructurales. Está compuesto sobre todo por materiales de la facies de foreshore, exceptuando algún que otro componente formado por calcarenitas y calcirruditas con algas rojas y bivalvos que tienden a microconglomerado, dos elementos de travertinos cuaternarios y uno formado por una dolomía de edad triásica (imagen 11).

Tanto en las calcarenitas como en las calcirruditas aparece, a grandes rasgos, la misma fauna que en el Dolmen de Menga, propia de los carbonatos templados de playa y plataforma del Tortoniense superior, con la diferencia de que pertenecen mayoritariamente a la facies de foreshore.

En este monumento, los elementos arquitectónicos poseen estructuras internas bien visibles (superficies de discontinuidad) que favorecen la fracturación y/o el pandeo si su colocación coincide con la dirección del esfuerzo producido por las losas de cubierta y el material del túmulo. Sin embargo, los ortostatos de Viera resisten bastante bien esos esfuerzos, sin duda debido a los menores tamaños de sus piezas estructurales cuando son comparadas con las de Menga. No obstante, algunas de las losas de techo han llegado a fracturarse a pesar de estar colocadas con la estratificación interna orientada perpendicularmente a los esfuerzos de carga, con fracturas en cruz presentes en el centro y en el lateral de algunas de las losas. Al igual que en Menga, esta fracturación se debe a la microtectónica.

Estos elementos no presentan tanta erosión física ni meteorización en comparación con los de Menga; son observables rubefacciones por alteración térmica en muchos de sus ortostatos, pero no se aprecia gran número de costras carbonatadas o de sulfato cálcico, en parte por las labores de restauración ejecutadas en los últimos años.

011. Esquema litológico y estructural del Tholos de El Romeral y Dolmen de Viera / Imagen: F. Carrión y otros



011



012

### El Tholos de El Romeral

La composición litológica de este monumento es bien diferente de las anteriores: presenta mayor variedad de materiales, predominando las rocas sedimentarias de precipitación química (calizas, dolomías y calizas dolomíticas del Triásico y del Jurásico), además de calcarenitas bioclásticas del Tortonense superior y brechas del Triásico y del Cuaternario. La losa 11, del corredor, es la única que presenta fauna observable, correspondiendo a la propia de plataformas carbonatadas templadas, con bivalvos, briozoos, foraminíferos, etcétera, de edad tortoniense (imagen 11).

El Tholos de El Romeral es el monumento del Conjunto Arqueológico más perjudicado por la fracturación, con fracturas que se presentan de modo vertical tanto en las losas de techo como en las rocas que componen la mampostería de las paredes y dinteles. El número de estas fracturas es muy elevado, estando distribuidas por la totalidad del sepulcro y son muy visibles en las dos cámaras de falsa cúpula por haber tenido menos intervenciones de restauración. El dintel que marca el acceso a la primera cámara presenta igualmente fractura vertical, con la peculiaridad de afectar a un caliche con génesis posterior a la edificación del Tholos. Además, la fractura no ha finalizado su recorrido alrededor del dintel, lo cual nos hace pensar que muchas de ellas son activas.

012. Localización del área probable de captación de la materia prima de edad tortoniense utilizada en la construcción de los dólmnes de Menga y Viera / Fuente: Conjunto Arqueológico Dólmnes de Antequera

## Conclusiones

La aplicación de una metodología geoarqueológica al estudio del conjunto megalítico de Antequera ha permitido establecer una serie de conclusiones acerca de las litologías empleadas en la edificación de los sepulcros megalíticos y de la definición de las posibles áreas de captación de las materias primas que constituyen sus elementos estructurales.

En una primera fase del proyecto, se identificaron de un modo preciso las diversas litologías de las cuales están constituidos los diferentes elementos estructurales de los dólmenes. En seguida se elaboró una cartografía geológica a una escala que nos posibilitara la ubicación teórica de la zona o zonas de extracción de los bloques utilizados en la construcción de los sepulcros. La zona que hemos determinado tendrá que situarse dentro de una franja muy estrecha comprendida entre el barrio de los Remedios y las inmediaciones del cerro de la Cruz, en el área norte de la ciudad de Antequera, muy cerca de la ubicación de los monumentos megalíticos (imagen 7).

Las facies sedimentológicas identificadas en los elementos estructurales de los dólmenes pertenecen a tres zonas bien diferenciadas del medio costero: por un lado, la correspondiente a una brecha propia de una playa conglomerática; por otro lado, la correspondiente a la facies de foreshore; y, por último, las que proceden de las facies de plataforma de tipo zona de factoría. De esta última zona hemos podido reseñar dos de las tres subfacies que la constituyen: la de briozoos y algas rojas y la de bivalvos y briozoos.

Es muy probable que la extracción tanto de los componentes estructurales del interior como los correspondientes a las rocas que forman el túmulo, se realizaran aprovechando superficies de discontinuidad previamente existentes como consecuencia de procesos puramente geológicos. Esto se deduce del hecho de observar, en algunos laterales, recrecimiento radial de calcita cristalina propia de disolución de carbonato cálcico y precipitación en fracturas ya preexistentes.

En relación con las alteraciones documentadas, la causa fundamental de la aparición de una costra oscura sobre algunos de las losas y ortostatos es el hecho de haber realizado combustión en el interior de la cámara, generándose una serie de reacciones químicas en la roca carbonatada que llegan a generar yeso hidratado. Respecto a la costra carbonatada, se debe a un proceso de precipitación química por disolución de parte de la roca de la que están compuestos los sepulcros, fundamentalmente por cambios de presión y temperatura.

En referencia a la fracturación que presentan algunas losas de cobertura, en un principio se barajó la posibilidad de que ellas fuesen producto de un gran movimiento sísmico. Tal hipótesis fue desechada a medida que observábamos datos en contra de esta suposición inicial. Es más probable pensar en el hecho probado de movimiento a modo de diapiro del Triásico, que se mueve bajo el material Terciario en el que están ubicados los dólmenes. Con el agravante de la ausencia de un pilar, en el caso del Dolmen de Menga, las losas de techo se fatigan y fracturan lentamente en el centro por pandeo.

El tercer sepulcro del conjunto megalítico de Antequera es el Tholos de El Romeral que, obviamente, posee una arquitectura y un sistema de construcción totalmente diferentes al resto. Se encuentra situado lejos de los dos anteriores en una pequeña elevación posiblemente de edad jurásica, rodeado de materiales de edad cuaternaria como consecuencia de llanuras de inundación y abanicos aluviales. Está compuesto por una variedad litológica muy representativa de todos los materiales que aparecen en el entorno. Mientras en Viera y Menga la litología que los compone es mucho más homogénea, en El Romeral la heterogeneidad es un dato característico: son mayoritariamente calizas tableadas, calizas dolomíticas y brecha dolomítica del Triásico, calizas esparíticas de edad jurásica y, por último, “brecha mortadela” del Cuaternario.