

PROCESO DE DIGITALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE UNA INSCRIPCIÓN ROMANA: EL CASO DEL CONTRAPESO DEL *TORCULARIUM* DE LOS PALACIOS (VILLANUEVA DEL PARDILLO, MADRID)

Miguel Fernández Díaz ¹, Mónica Major González ²
y Eduardo Penedo Cobo ²

Resumen:

Actualmente estamos asistiendo a un incremento en el uso de las nuevas tecnologías y es, sin duda, la fotogrametría digital, una de las técnicas más extendidas y usadas a la hora de documentar nuestro Patrimonio, por su accesibilidad y sencillez.

El objetivo del presente artículo es presentar el proceso de digitalización de un bien arqueológico. En concreto, estamos hablando del contrapeso perteneciente al *torcularium* del yacimiento romano de Los Palacios, excavado en 2013 en la localidad de Villanueva del Pardillo (Madrid). El bloque de granito tallado parecía contener una inscripción por una de sus caras, pero la erosión propiciada por el uso de la pieza en la prensa romana hacía casi imposible la lectura e identificación del epígrafe.

El conjunto de técnicas de documentación aplicadas nos permitió optimizar el visionado de la cara que contenía la inscripción. A tal fin, el modelo tridimensional obtenido tras el procesamiento fotogramétrico fue sometido a un estudio de luces virtuales. La investigación se completó con el uso de filtros de “falso color”.

Palabras Clave:

Fotogrametría, 3D, SFM, DStretch, epigrafía romana.

Abstract:

Nowadays we are observing an increase in the use of the new technologies and digital photogrammetry is one of the most widespread and used technologies when documenting our Heritage, for its accessibility and simplicity.

The aim of this paper is to present the process of digitization of an archaeological property. Specifically, we're talking about the counterweight belonging to the *torcularium* of Los Palacios, a Roman site excavated in 2013 in Villanueva del Pardillo (Madrid). The carved granite block appeared to contain an inscription on one of its faces, but erosion caused by the use of the stone in a Roman press made almost impossible the reading and identification of the epigraph.

The documentation techniques applied allows us to optimize the viewing of the face containing the inscription. To that end, three-dimensional model obtained

¹ Virtua Nostrum – virtuanostrum@gmail.com

² áqaba arqueólogos - mmajor@arqueologosaqaba.com & epenedo@arqueologosaqaba.com



after photogrammetric process was subjected to virtual lights. The research was completed with the application of “false color” filters.

Key words:

Photogrammetry, 3D, SFM, DStretch, Roman epigraphy.

El yacimiento de “Los Palacios”

En el año 2013, como consecuencia de las obras de construcción de una conducción de agua desde el Canal de Valmayor a Villanueva de la Cañada, se llevó a cabo una actuación arqueológica consistente en la excavación del yacimiento de Los Palacios (Villanueva del Pardillo, Madrid), identificado en la Carta Arqueológica de la Comunidad de Madrid desde 1988. Los trabajos de excavación fueron aplicados únicamente sobre la banda afectada por la conducción hidráulica.³

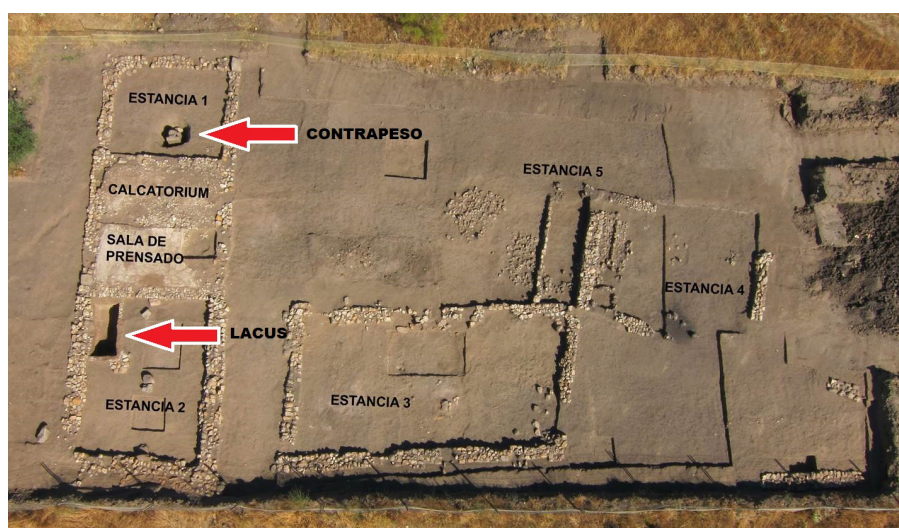


Fig. 1. Toma aérea del yacimiento de Los Palacios (Villanueva del Pardillo).

El yacimiento de Los Palacios constituye un asentamiento de carácter rural de época romana, en el que fue posible identificar el núcleo principal de las dependencias destinadas a la elaboración de vino. Este *torcularium* o lagar es uno de los espacios definidos para este tipo de actividades productivas según los diferentes procesos asociados a la producción vinícola (Fig. 1). Nos encontramos

³ ÁQABA ARQUEÓLOGOS: “Memoria final arqueológica – Excavación del yacimiento Los Palacios (CM0177/006) en Villanueva del Pardillo, Madrid. Proyecto de construcción *Refuerzo de la arteria Canal de Valmayor-Navalcarnero. Tramo I: Canal de Valmayor–Villanueva de la Cañada. Madrid*”. EXPTE. 0606/09.



con una sala destinada al estrujado o pisado de la uva, denominada en término latinos como *calcatorium*; contigua a ésta, y a un nivel ligeramente inferior, fue documentada una estancia de prensado, donde se procedía a un mayor aprovechamiento del fruto mediante el accionamiento de una prensa de viga y torno, cuyo contrapeso estaba ubicado en uno de los extremos de la edificación. En el lado contrario existía un depósito o *lacus* cuadrangular, excavado por debajo del nivel de uso y en el que era recogido el mosto para su posterior almacenaje en recipientes de fermentación.

El debate abierto en cuanto a la tipología de las instalaciones y tipos de prensa o contrapesos, para diferenciar entre una producción oleica o vinícola, sólo puede tener confirmación definitiva en el laboratorio mediante el análisis de materiales que hayan estado en contacto con el líquido resultante de tales procesos productivos. En este caso fueron seleccionados restos del enlucido del depósito (*lacus*) para someterlos a una cromatografía de gases combinada con espectrometría de masas (GC-MS). Estas pruebas químicas demostraron que el depósito fue usado como contenedor de vino de uva tinta.⁴ La documentación completa de la instalación productiva de Los Palacios, es hasta el momento, el único ejemplo registrado de este tipo en la Comunidad de Madrid.

En el yacimiento han sido documentados diferentes momentos constructivos y remodelaciones, sin fases de interrupción, lo que nos indica una ocupación temporal extensa. Además, el registro material aporta dataciones desde finales del siglo I d. C. hasta las primeras décadas del siglo V d.C., confirmando la utilización continuada de este espacio. No obstante, en la fase final del yacimiento, los arqueólogos identifican un uso residual de la instalación productiva o un uso residencial derivado de una explotación agropecuaria, donde el *lacus* cambia su función a *silo* de almacenaje, dato de nuevo respaldado por los análisis químicos.⁵

El contrapeso de accionamiento de la prensa está realizado en un bloque monolítico y paralelepípedo de granito gris, contando con unas dimensiones de 0,95 x 0,60 x 0,49 m y un peso aproximado de 675 kg. En su parte superior presenta unos encajes laterales en forma de cola de milano y hendidura transversal para afianzar el cabestrante. Constituye en sí una de las piezas arqueológicas más significativas de éste yacimiento por varias razones: su tipología no estaba registrada en las publicaciones especializadas, pasando a ser catalogado como una variante del tipo 13 de J.P. Brun.⁶ Además, hasta el momento es el único

4 Análisis realizados por el Laboratoire Nicolas Garnier. Analyses physico-chimiques des matériaux du Patrimoine Culturel. Contacto: <http://www.labonicolasgarnier.eu>

5 M. MAJOR GONZÁLEZ *et alii*: "El torcularium de la villa de Los Palacios: la producción del vino en época romana en Villanueva del Pardillo (Madrid)". X Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid, (2014), pp.341-349.

6 J.P. BRUN: *L'oléiculture antique en Provence, Les huileries du département du Var*. CNRS, París: 1986. Ver fig. 59.



ejemplar de estas características documentado en la Comunidad de Madrid en su posición original y que reutiliza un soporte con epigrafía (Fig. 2).



Fig. 2. Diferentes capturas del contrapeso romano hallado en posición primaria.

Objetivos del estudio y flujo de trabajo

Sin embargo, la característica más destacable del contrapeso es la presencia en una de sus caras de lo que parecía ser una inscripción epigráfica. Sólo con la aplicación de luces rasantes era posible intuir algunos caracteres aislados (por ejemplo, usando linternas o focos), pero el desgaste sufrido por la superficie de la piedra, debido al uso normal de la prensa o a la afección de agentes meteorológicos, había alterado las grafías en exceso, puliendo las aristas y ocultando su talla entre infinidad de marcas de erosión o abrasión. Por lo tanto, era necesario utilizar otros métodos, a ser posibles no invasivos, para poder visualizar con claridad el mensaje que la piedra escondía. Le necesidad era mayor si cabe, cuando desde la Administración habían sugerido volver a enterrarla en el lugar del hallazgo, aun sabiendo de la existencia de posibles restos epigráficos. El punto de partida de todo el estudio es un levantamiento fotogramétrico, técnica que ha evolucionado mucho con los avances tecnológicos aunque, de modo resumido, podemos decir



que se basa en el análisis de información proporcionada por capturas fotográficas, ya sea para obtener información cuantitativa y precisa de los objetos físicos y su entorno,⁷ o bien con el fin añadido de generar modelos tridimensionales.⁸

El primer objetivo del estudio es la documentación y digitalización de la pieza completa mediante la creación de un modelo 3D. Además, pudimos mejorar la visualización de lo que queda de dicha inscripción para, posteriormente, proceder a la interpretación preliminar de los caracteres. El flujo de trabajo aplicado consta de las siguientes partes:

- Toma de datos en campo (fotografías y mediciones).
- Procesado de las fotos a través de un *software* de fotogrametría SFM (*Structure From Motion*).
- Creación de modelos tridimensionales.
- Estudio de luces artificiales sobre el modelo 3D, con renderizado de imágenes en alta resolución.
- Procesado de imágenes a través de filtros de falso color.

Fase de toma de datos (digitalización)

La toma de datos en campo (realizada el día 19 de febrero de 2014) fue llevada a cabo con la pieza ya fuera de su contexto original. No obstante, las condiciones fueron óptimas para este tipo de trabajo: luz de atardecer en un día despejado, pero con la pieza ubicada a la sombra. Además pudimos contar con la presencia de maquinaria, lo que posibilitaba la manipulación del bloque de granito para girarlo y así poder realizar series de capturas sobre cada una de las seis caras, con buenos posicionamientos de cámara y suficiente espacio (Fig. 3). La ficha con los datos de las capturas es la siguiente:

- Modelo de Cámara: Canon PowerShot G11
- Número total de tomas: 160
- Distancia focal: 28 mm
- Apertura: f/3.2 – f/5.6
- ISO: 200
- Tiempos de Exposición: entre 1/40 y 1/125
- Meteorología: soleado con el objeto a la sombra. Luz entre las 17:30 y las 18:30.

7 C.C. SLAMA; C. THEURER; S.W. HENRIKSEN (ed.): *Manual of Photogrammetry*, 4th Ed. ASPRS, Bethesda: 1980.

8 J.L. LERMA GARCÍA: *Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital*. UPV, Valencia: 2002.





Fig. 3. Ubicación y posición del bloque de granito antes de su manipulación.

Para la realización del **escalado** del modelo tridimensional tomamos con el flexómetro el largo y el ancho en la cara que contiene la inscripción. El resultado será un escalado correcto sin necesidad de instrumental topográfico. El sistema de coordenadas utilizado durante todo el proceso es relativo, ya que trabajamos sobre la pieza en posición derivada. La documentación obtenida por los arqueólogos al cargo de los trabajos de excavación completa la localización original en coordenadas UTM.

Creación del modelo tridimensional

Antes de comenzar el proceso de digitalización de la pieza es importante seleccionar las fotografías con las que vamos a trabajar. Del total de 160 fotos del levantamiento, el trabajo para generar el modelo tridimensional fue llevado a cabo con 140 capturas (Fig. 4). Fueron descartadas aquellas que no estaban correctamente enfocadas y sobre todo, las que repetían tomas.⁹

En el *software* de fotogrametría las fotos seleccionadas son trabajadas por tandas, con forma de círculos a diferentes alturas, para generar pequeñas nubes

⁹ Importante destacar el proyecto de digitalización *Epigraphia 3D*, sobre la colección de inscripciones romanas del MAN: M. RAMÍREZ SÁNCHEZ; J.P. SUÁREZ RIVERO; M.A. CASTELLANO HERÁNDEZ: "Epigrafía digital: tecnología 3D de bajo coste para la digitalización de inscripciones y su acceso desde ordenadores y dispositivos móviles". El profesional de la Información, v. 23, nº5 (septiembre-octubre 2014), 467-474. En este proyecto se usa un *software* de fotogrametría gratuito, *online* y con procesamiento remoto, lo cual no se ajustaba a nuestras necesidades dado el imperativo de obtener un modelo más detallado y con una mayor control personal del proceso para poder realizar un análisis correcto.



de puntos que luego quedan unificadas en un modelo final del contrapeso. El proceso en cada una de esas pequeñas partes consiste en crear primero una nube de puntos dispersa y si el resultado es correcto, pasaremos a ejecutar una nube de puntos densa. Una vez unidas todas las nubes de puntos de cada tanda, el siguiente paso es formar una geometría -malla unida con triángulos para formar un elemento sólido- y, por último, agregar las texturas de alta resolución, que el mismo *software* obtiene de las tomas realizadas.¹⁰

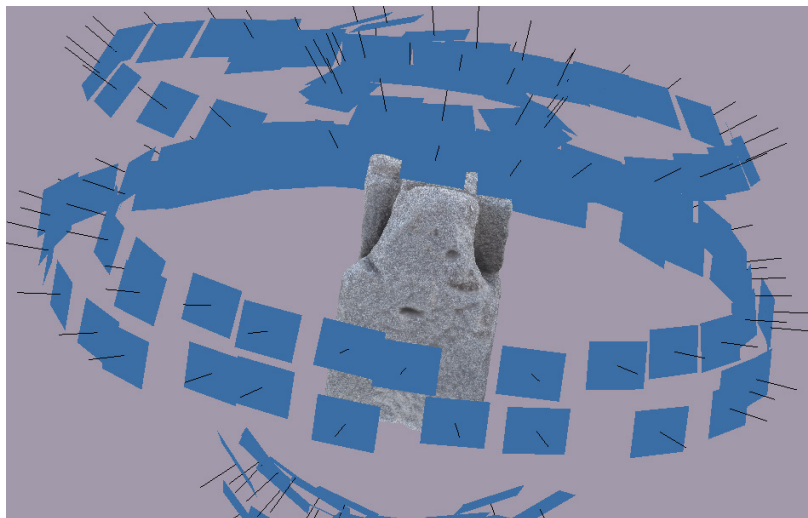


Fig. 4. Estrategia de capturas y posición de las tomas alrededor del bloque de granito.

Repitiendo el proceso, pero variando los parámetros en el *software*, generamos dos modelos tridimensionales del contrapeso:

- Modelo de la pieza completa: con 140 tomas que generan 386.704 caras de geometría. Junto con las texturas de alta resolución queda un modelo detallado y que puede moverse con facilidad en la mayor parte de dispositivos informáticos a nivel usuario.
- Modelo de la cara que contiene la inscripción: en este caso se eligen sólo 47 fotografías y generamos el número máximo de caras para la geometría, llegando a 2.030.526. Tal cifra ralentiza el movimiento en dispositivos que no tengan un buen equipamiento gráfico, pero nos permite obtener un nivel de detalle muy alto para el estudio de luces artificiales. Por ejemplo, nos permitirá ver las diferencias de profundidad en las rugosidades de la piedra.

¹⁰ Procesado fotogramétrico realizado con Agisoft PhotoScan®. Ver: <http://www.agisoft.com/>



Al final del proceso el modelo completo fue exportado a formato PDF3D,¹¹ lo que permite trabajar, mover con fluidez, seccionar y tomar medidas precisas del contrapeso (Fig. 5). Por otro lado, el modelo tridimensional de la cara que contiene la inscripción se exporta a formato .obj, con el que es posible operar en el *software* de modelado y motores gráficos.¹²

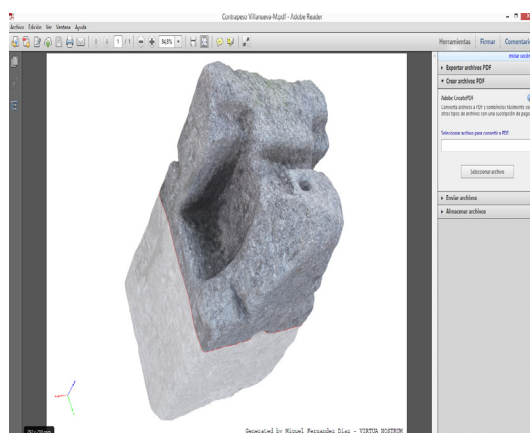


Fig. 5. Captura del formato PDF3D con la herramienta de sección activada.



Fig. 6. Renderizado del contrapeso romano. Vista de la cara que contiene la inscripción con las tallas posteriores realizadas para adaptarlo a su función en la prensa.

Ya en esta fase del estudio, con el modelo tridimensional finalizado, podemos percibir que estamos ante un caso de reutilización de un bloque con restos de epigrafía, que en su momento fue sacado de su posición original para pasar a

¹¹ Adobe Reader®. Accesible y descargable de modo gratuito en: <https://get2.adobe.com/es/reader/>

¹² Blender. *Software* libre accesible en: <http://www.blender.org/>



formar parte del ingenio de una prensa dedicada a la producción de vino. La talla necesaria para la adecuación de la pieza hizo que se perdiera parte de la inscripción, rota por el rebaje destinado al ensamblado de la piedra con las partes de madera de la prensa. A esto hay que añadir la presencia de grandes ranuras en forma de cuña, también realizadas *a posteriori*, que posiblemente permitían la inserción de una sogá para mejorar la sujeción del contrapeso a la prensa (Fig. 6).

Estudio con fuentes de luz virtuales

Por lo tanto, el único momento en el que trabajamos con el modelo físico de la piedra fue durante la fase de digitalización o toma de datos en campo. El resto de fases fueron ejecutadas sobre la virtualización del contrapeso con un equipo informático. Una de los pasos clave consiste en la aplicación de fuentes de luz virtuales.

Dicho estudio de luces comienza con la importación del modelo tridimensional de la inscripción al *software* de modelado, donde colocaremos focos de varios tipos, cambiando su posición e intensidad en función de las irregularidades que presenta la piedra. Nos interesaba sobre todo lanzar luces con ángulos rasantes con la intención de crear sombras en las incisiones más profundas. Cuando logramos un esquema de luces que nos interesa (Fig. 7), lanzamos un render de prueba a baja resolución. Si en la imagen resultante podemos apreciar algún detalle de la inscripción, volvemos a lanzar el render a alta resolución. La imagen final será guardada en la galería que usaremos posteriormente para la interpretación preliminar. Muchos de los renders se lanzan primero con la piedra texturizada y luego sin texturas ya que a veces una de las dos opciones es mejor para ver algún detalle concreto (no nos interesa tanto el color como la geometría, ver Fig. 8 y 9). Además, realizamos renderizados con diferente distancia focal, desde los más generales hasta detalles de grupos de grafías.

Con los detalles logrados por los juegos de luces y sombras podemos asegurar que la inscripción, en su concepción original, fue planteada para ser leída con el bloque de granito apoyado por uno de sus lados largos. De ese modo, a partir de esta fase de trabajo con fuentes de luz, procedemos a orientar correctamente el modelo del contrapeso, en función de la lectura normal del epígrafe (a partir de la Fig. 7).

Análisis con filtros de falso color

Con algunos de los renders obtenidos, pero principalmente con capturas realizadas en campo, pasamos a aplicarles filtros de falso color. El *software*



utilizado¹³ se usa sobre todo para resaltar restos de pintura que son difíciles de apreciar a simple vista (como en algunas muestras de arte rupestre),¹⁴ pero también ha dado excelentes resultados sobre petroglifos y otros tipos de grabado,¹⁵ ayudando a implementar la visualización de epígrafes e incisiones.

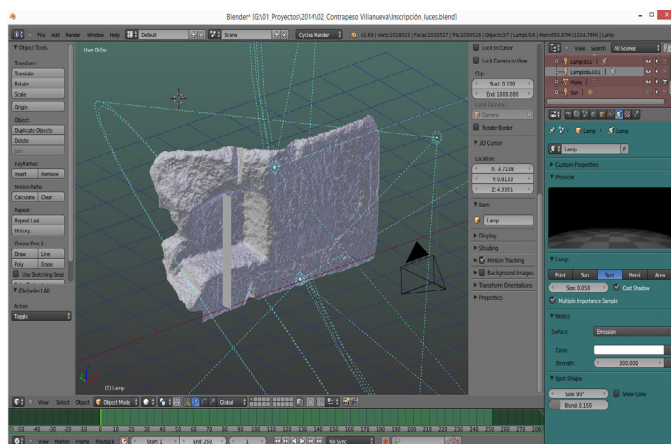


Fig. 7. Captura del esquema de luces sobre el modelo tridimensional en Blender.



Fig. 8. Marco de luces virtuales sobre modelo con texturas.

13 DStretch – *Software* libre desarrollado por Jon Harman accesible bajo pedido en: <http://www.dstretch.com/>

14 Ver el trabajo del mismo creador del *software*: J. HARMAN: “A Tale of Two Cañadas: The most northerly great mural site yet discovered”. SCA Proceedings, vol. 28 (2014), 206-218. Interesante un trabajo donde se destacan la simplicidad de este programa y sus excelentes resultados: J.L. LE QUELLEC; F. DUQUESNOY; C. DEFASNE: “Digital image enhancement with DStretch: Is complexity always necessary for efficiency?”. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage (2015), En prensa. <http://www.journals.elsevier.com/digital-applications-in-archaeology-and-cultural-heritage>

15 C. DEFASNE: “Digital image enhancement for recording rupestrian engravings: applications to an alpine rockshelter” Journal of Archaeological Science, 50 (2014), 31-38.



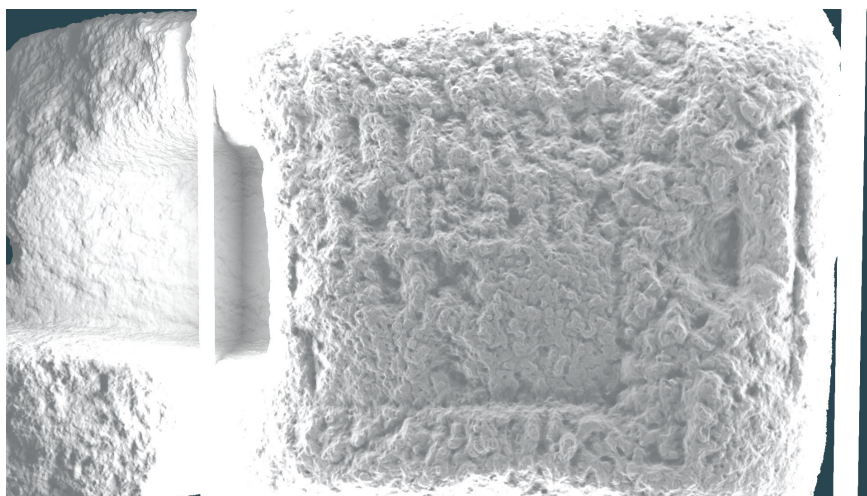


Fig. 9. Marco de luces virtuales sobre modelo sin texturizar.

Un ejemplo del uso de estos filtros sobre la inscripción del contrapeso los podemos ver en la Figura 10, donde quedan marcadas algunas letras y sobre todo, las molduras decorativas que enmarcan la inscripción. En algunos casos, distintos espacios de color se ejecutan sobre renderizados sin texturas con el fin de hacer destacar aún más los grupos de grafías que poseen similar profundidad (Fig. 11).



Fig. 10. Filtro de la inscripción con espacio de color LXX2.



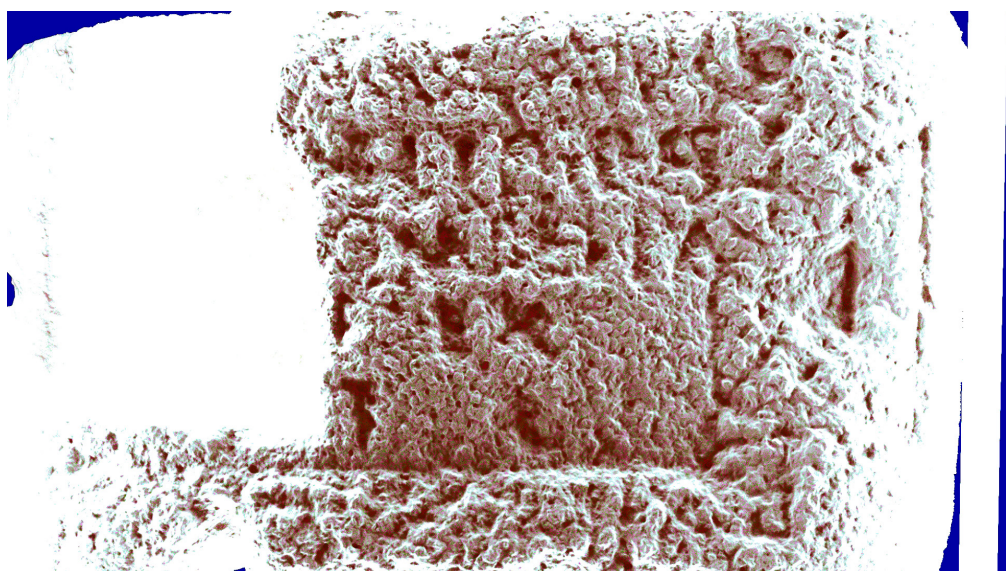


Fig.11. Filtro de la inscripción con espacio de color lab_ac.

Interpretación preliminar de la inscripción

Con los resultados del estudio de fuentes de luz y los filtros de falso color, pasamos a realizar una interpretación preliminar de la inscripción. Debido al mal estado de conservación de la misma y a la erosión sufrida por la pieza, algunas letras son difíciles de descifrar. Muchas de las grafías han sido alteradas en su forma y grosor a causa del desgaste posterior de la piedra. Finalmente, trasladamos el resultado del análisis a una ortofoto de la cara que contiene el epígrafe, superponiendo vectores de CAD¹⁶ para su mejor comprensión (Fig. 12).

Podemos concluir con seguridad que nos encontramos ante un epitafio funerario romano. Como explicábamos anteriormente, la pieza de granito fue reutilizada y sacada de su contexto original, por lo que la inscripción está partida en su lado izquierdo al sufrir la piedra un trabajo de talla posterior con el fin de adecuarla a su nuevo uso como contrapeso (línea verde oscuro, Fig. 12). Además, la parte inferior izquierda presenta otra rotura por una incisión practicada a la piedra y destinada a asegurar el aparataje de madera mediante sogas.

La inscripción está dentro de una *tabula ansata* con doble moldura (línea roja, Fig. 12) y la zona que contiene las grafías se encuentra ligeramente rebajada. Entre las dos molduras se aprecian otras marcas, de menor profundidad que las

16 DraftSight, software CAD libre de Dassault Systèmes®, accesible y descargable en: <http://www.3ds.com>



usadas para las letras, y que parecen corresponder con restos de decoración (línea blanca, Fig. 12), aunque el estado de conservación es muy malo. En la parte superior de la *tabula* cuesta apreciar la línea de la moldura exterior, ya que el granito tiene bastantes pérdidas en esta zona. Cabe señalar que el lapicida trabajó la piedra ya con la *tabula ansata* decorada, puesto que la A del final de la segunda línea atraviesa la moldura interior.

Los trazos de las grafías que apreciamos con mayor claridad en las imágenes generadas han sido marcados con color azul, mientras los más dudosos llevan color verde. Lo mismo ocurre con las interpunciones, constituidas por círculos en posición alta que, en algunos casos, son difíciles de apreciar.

Entre los grupos de letras que podemos identificar destaca STTL (*sit tibi terra levis*, usual fórmula funeraria romana), situado en la última línea del epígrafe y con la S y la primera T partidas por el tallado posterior para convertir el bloque en contrapeso. También conviene señalar la presencia de las letras LX (3ª línea), que nos indican la edad del difunto. El resto de grafías, principalmente las ubicadas en la primera y segunda línea (posiblemente *nomen*, *cognomen* y tribu), fueron interpretadas, partiendo de esta digitalización y trabajos virtuales, por la Dra. Diana Gorostidi Pi, especialista en epigrafía romana del Institut Català d'Arqueologia Clàssica, sin necesidad de visualizar la pieza en su forma material. Un primer acercamiento del estudio epigráfico permite adelantar que, por el tipo de grafías y fórmulas usadas, la inscripción pudo haber sido realizada a finales del siglo I d.C.

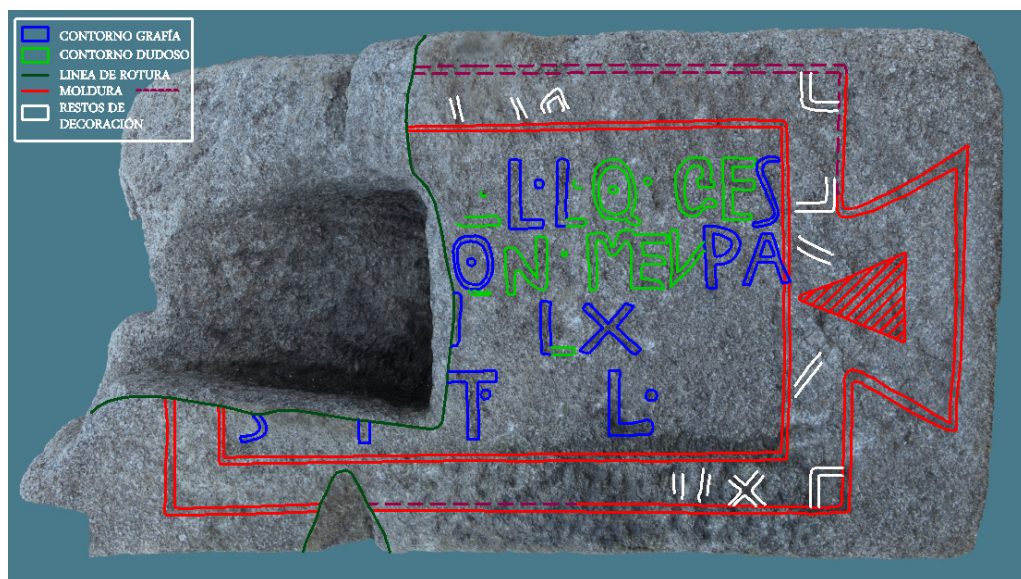


Fig.12. Infografía con la interpretación preliminar de la inscripción romana.



Conclusiones

Consideramos cumplidos los objetivos principales planteados en el presente estudio. La pieza arqueológica ha sido digitalizada mediante el uso de la fotogrametría, técnica que ha posibilitado la creación de un modelo tridimensional. La incorporación de dicha copia digital a un espacio virtual ha servido para iluminar la pieza con distintos esquemas de luces con los que realzar la inscripción oculta en el contrapeso. Las imágenes obtenidas con el *software* gráfico se pasan por distintos filtros de falso color para mejorar el visionado de las grafías.

Una vez realizado todo el proceso, podemos confirmar la existencia de una inscripción romana de carácter funerario. Además, hemos contribuido a la mejora de su visualización utilizando técnicas no invasivas.

También ha sido posible, gracias a la colaboración pluridisciplinar a distancia, crear un punto de partida para nuevas líneas de investigación. La Dra. Diana Gorostidi descubrió parecidos entre este epígrafe y otro catalogado en la Comunidad de Madrid, lo que podría estar apuntando a la existencia de una *officina lapidaria*, donde se tallaron ambas inscripciones. Para comprobar esta hipótesis pudimos contar con la presencia de la epigrafista en Madrid, junto a Ana de Mesa Gárate, especialista en arqueometría, que completaron la comparación física de las inscripciones¹⁷.

Actualmente la pieza se encuentra expuesta en las instalaciones del Museo Arqueológico Regional de Madrid. De manera paralela y para completar la labor de divulgación, procedemos a publicar el modelo virtual del contrapeso a través de un visor tridimensional *online*.¹⁸ No pretendemos con esto sustituir la contemplación del bien arqueológico en directo, sino hacer más accesible el conocimiento generado por nuestro trabajo y facilitar la visualización del epígrafe. El visor *online* tiene el valor añadido de permitir la manipulación del objeto virtual, convirtiéndose en el único modo de observar cada una de las caras del contrapeso.

Bibliografía

ÁQABA ARQUEÓLOGOS: “Memoria final arqueológica – Excavación del yacimiento Los Palacios (CM/0177/006) en Villanueva del Pardillo, Madrid. Proyecto de construcción *Refuerzo de la arteria Canal de Valmayor-Navalcarnero. Tramo I: Canal de Valmayor-Villanueva de la Cañada. Madrid*”. EXPTE. 0606/09. Depositado en la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (C/ Arenal, 18 – Madrid).

17 D. GOROSTIDI PI et alii: “Contrapeso de un torcularium con inscripción latina procedente del yacimiento romano de Los Palacios (Villanueva del Pardillo, Madrid)” *Habis*, 47 (2016), 229-244.

18 Disponible en el siguiente perfil de Sketchfab® <https://sketchfab.com/virtuanostrum>



- C. DEFASNE: "Digital image enhancement for recording rupestrian engravings: applications to an alpine rockshelter" *Journal of Archaeological Science*, 50 (2014), 31-38.
- D. GOROSTIDI PI et alii: "Contrapeso de un torcularium con inscripción latina procedente del yacimiento romano de Los Palacios (Villanueva del Pardillo, Madrid" *Habis*, 47 (2016), 229-244.
- J.P. BRUN: *L'oléiculture antique en Provence, Les huileries du département du Var*. CNRS, París: 1986.
- J. HARMAN: "A Tale of Two Cañadas: The most northerly great mural site yet discovered". *SCA Proceedings*, vol. 28 (2014), 206-218.
- J.L. LERMA GARCÍA: *Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital*. UPV, Valencia: 2002.
- J.L. LE QUELLEC; F. DUQUESNOY; C. DEFASNE: "Digital image enhancement with DStretch: Is complexity always necessary for efficiency?". *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* (2015), En prensa. <http://www.journals.elsevier.com/digital-applications-in-archaeology-and-cultural-heritage>
- M. MAJOR GONZÁLEZ *et alii*: "El *torcularium* de la villa de Los Palacios: la producción del vino en época romana en Villanueva del Pardillo (Madrid)". *X Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid*, (2014), pp.341-349.
- M. RAMÍREZ SÁNCHEZ; J.P. SUÁREZ RIVERO; M.A. CASTELLANO HERNÁNDEZ: "Epigrafía digital: tecnología 3D de bajo coste para la digitalización de inscripciones y su acceso desde ordenadores y dispositivos móviles". *El profesional de la Información*, v. 23, nº5 (septiembre-octubre 2014), 467-474.
- C.C. SLAMA; C. THEURER; S.W. HENRIKSEN (ed.): *Manual of Photogrammetry*, 4th Ed. ASPRS, Bethesda: 1980.

SOFTWARE UTILIZADO

Adobe Reader 11.0.6: lector de PDF (válido para el formato 3D).

Agisoft PhotoScan 64bit 1.0.2: Fotogrametría *Structure From Motion*.

Blender 2.69 (*freeware*): Estudios con fuentes de luz virtual y renderizados.

DraftSight V1R5 X64 (*freeware*): CAD.

Gimp 2.8.10 (*freeware*): Editor de imágenes.

ImageJ 1.47v con plugin **DStretch** (*freeware*): Filtros de falso color.



