

# Arqueometría y georreferenciación con gvSIG en un yacimiento al aire libre. Campaña Mas d'Is 2015

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 25, 177, 12-18  
mayo-junio 2016  
ISSN: 1131-9100

*Archaeometry and georeferencing in an open air archaeological site using gvSIG. Mas d'Is 2015 campaign*

Alfredo Cortell<sup>(1)</sup>, Pilar Escribá<sup>(2)</sup>, Agustín Díez<sup>(3)</sup>,  
Joan Bernabeu<sup>(3)</sup>, Teresa Orozco<sup>(3)</sup>, Sonia López<sup>(3)</sup>

## Resumen

La Arqueología ha sido pionera entre las Humanidades en la utilización de los avances tecnológicos para acercarse al conocimiento histórico, lo que ha facilitado y mejorado el trabajo posterior de los datos registrados. Con programas como gvSIG, se pueden realizar estos estudios y georreferenciar unidades estratigráficas (UUEE), configurar la forma de estructuras o ubicar en el espacio las piezas arqueológicas encontradas, dotando de un significado más completo al trabajo de campo.

En esta comunicación, aportamos nuestra experiencia para el tratamiento de datos del yacimiento neolítico de Mas d'Is (Penàguila, Alicante). La campaña de 2015 se abordó desde su inicio con el ánimo de informatización de las referencias de la estación total Leica TCR 705. Con este trabajo, pretendemos mostrar los hallazgos y primeras impresiones de la intervención en Mas d'Is 2015 y también promocionar las ventajas de este programa.

## Abstract

Among Humanities, Archaeology has always been ground-breaking in the use of technological advances when approaching historical knowledge, which has eased and improved subsequent work on registered data. Using software like gvSIG, not only are these studies able to be undertaken, but also other actions such as georeferencing stratigraphical units, virtually rebuilding archaeological structures or locating the different recoveries can be done, thus providing a more complete meaning for the fieldwork. Through this paper we mean to share our experience for archaeological data treatment in the Neolithic site of Mas d'Is (Penàguila, Alicante). Digitalizing geographical values, using the total station Leica TCR 705, was thought from the very beginning of the 2015 campaign. Within this document we care about showing the first impressions of the Mas d'Is 2015 intervention, as well as promoting the advantages of this software.

**Palabras clave:** Neolítico Antiguo, Arqueometría, georreferenciación, gvSIG, software libre.

**Keywords:** Ancient Neolithic, Archaeometry, georeferencing, gvSIG, open software.

Universitat de València

<sup>(1)</sup>alfredo.cortell.nicolau@gmail.com

<sup>(2)</sup>esruizma@alumni.uv.es

<sup>(3)</sup>Dpt. Història i Arqueologia UVEG

Recepción 26/01/2016

Aprobación 01/04/2016

## 1. INTRODUCCIÓN

La Arqueología ha sido pionera entre las Humanidades en la utilización de los avances tecnológicos para acercarse al conocimiento histórico. Las excavaciones arqueológicas requieren de un trabajo tanto de coordinación y gestión de la excavación como de catalogación y gestión de los objetos hallados para su posterior estudio. La información asociada puede ser de múltiples tipos: textos descriptivos, datos numéricos, imágenes, vídeos, escaneos láser, modelos digitales del terreno, etc. Es deseable que todos estos datos de distinta naturaleza, así como la localización exacta de los yacimientos puedan ser añadidos, editados y visualizados adecuadamente. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten el almacenamiento de información georreferenciada y proporcionan un gran número de herramientas para realizar consultas y análisis paramétricos, así como la capacidad para visualizar la información sobre una representación bidimensional del terreno y poder manejarla de forma interactiva (Seoane y Hernández, 2012).

La informatización y digitalización de los datos de las nuevas prospecciones y excavaciones arqueológicas ha facilitado y mejorado el trabajo de registro. El nivel de necesidad de la digitalización de la información ha llegado a tal punto que los organismos oficiales lo han incorporado al estudio arqueológico habitual, como podemos ver en el RD 208/2010 del 10 de diciembre, que en su artículo 8.2 exige la elaboración de un informe que incluya la cartografía digital georreferenciada. Con dichos registros, se actualizan periódicamente las bases de datos de nuestro patrimonio.

Con programas como gvSIG, se pueden realizar estos estudios y georreferenciar estratos, configurar la forma de estructuras o ubicar en el espacio las piezas arqueológicas encontradas, dotando de un significado más completo y complejo al trabajo de campo. Es algo básico en la tarea del arqueólogo, puesto que con la excavación del yacimiento, se provoca también su destrucción. Ello hace de los registros tomados y de las publicaciones realizadas al respecto la única vía de reconstrucción futura del mismo, con el objetivo de comprender cómo era el lugar, aunque no se haya participado en las campañas de excavación. De ahí que esta tarea sea tan relevante y necesaria, puesto que excavar es, básicamente, *destruir* (Ruiz, 2013) y debería ser también *registrar* de forma exhaustiva y comprensible para cualquier estudioso que consulte dicha información.

En esta comunicación, aportamos nuestra experiencia con dicho programa para el tratamiento de

---

La informatización y digitalización de los datos de las nuevas prospecciones y excavaciones arqueológicas ha facilitado y mejorado el trabajo de registro. El nivel de necesidad de la digitalización de la información ha llegado a tal punto que los organismos oficiales lo han incorporado al estudio arqueológico habitual, como podemos ver en el RD 208/2010 del 10 de diciembre, que en su artículo 8.2 exige la elaboración de un informe que incluya la cartografía digital georreferenciada

---

datos del yacimiento neolítico de Mas d'Is (Penàguila, Alicante). Este yacimiento de casi diez hectáreas se encuentra al aire libre en la zona del valle del río Serpis y a día de hoy, tiene una de las dataciones más antiguas del Neolítico inicial de la Península Ibérica (Bernabeu *et al.*, 2003; Bernabeu *et al.*, 2012; Diez *et al.*, 2010).

La campaña de 2015 ha sido muy próspera y se abordó desde su inicio con el ánimo de la informatización de referencias («paperless»), mediante el uso de estación total y dispositivos electrónicos móviles. De forma complementaria, se han utilizado otras técnicas de campo, trabajo de laboratorio y trabajo interdisciplinar.

La estación total se ha ido generalizando en Arqueología debido a sus grandes ventajas: precisión, toma automática de datos (como distancia horizontal y geométrica, desnivel, pendiente, ángulos y coordenadas cartesianas XYZ) en el campo y la posibilidad de descargar las lecturas directamente en un ordenador. Además, evitan la elaboración de cálculos de forma constante, obligatorio con el uso de niveles o teodolitos, que muchas veces lleva a errores en cadena (Diez y Bernabeu, 2007).

Debido a que las labores arqueológicas exigen un tiempo de dedicación a la recogida de datos y la dificultad de aprendizaje ante los diferentes programas y dispositivos, aún hay resistencias a utilizar las nuevas tecnologías (García *et al.*, 2014). Con este trabajo, pretendemos mostrar no sólo los hallazgos y primeras conclusiones de la intervención en Mas d'Is del año 2015, sino también promocionar el uso de este programa por sus grandes ventajas.

## 2. LA CAMPAÑA ARQUEOLÓGICA DE MAS D'IS 2015. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El yacimiento de Mas d'Is (Penàguila) es un poblado al aire libre, donde vivieron algunas de las primeras comunidades de agricultores de la Península Ibérica. Se localiza en un glacis, en el cual han incidido diversos procesos erosivos desde la Prehistoria reciente hasta la actualidad.

Los arqueólogos encargados de los trabajos en esta zona de Les Puntes hemos desarrollado campañas arqueológicas sucesivas a lo largo de los últimos años, dentro de diferentes proyectos a largo plazo, como «Agricultura y Medio Ambiente de los primeros Agricultores» o «Análisis comparativo de las dinámicas socioeconómicas de la Prehistoria Reciente en el centrosur de la Península Ibérica» y que pretenden descubrir las dinámicas de los grupos que habitaron estas zonas, sus relaciones con los habitantes locales y con otros grupos, las influencias recíprocas que pudieron darse y la relación con la expansión del Neolítico en el País Valenciano y en la Península Ibérica.

### 2.1. Objetivos de la campaña 2015

Además de las líneas generales de investigación de los grandes proyectos con continuidad, la tarea arqueológica siempre tiene objetivos muy concretos en cada campaña. Antes de la excavación en sí, hay detrás una gran labor de estudio, exploración, prospección y planteamiento de hipótesis y su reflejo en las estrategias del trabajo de campo. El objetivo general de cualquier trabajo arqueológico es poder comprender y divulgar los procesos antrópicos (incluyendo aspectos ecológicos, edáficos, etc.) ocurridos en el yacimiento y sus zonas de influencia. Pero el trabajo de campo exige una tarea previa de reflexión, para concretar otros objetivos, que guíen el desarrollo de la excavación y que examinaremos a continuación.

En primer lugar, se proyectó la reconstrucción estratigráfica y georreferenciación del sector intervenido en 2015. Uno de los objetivos de toda excavación arqueológica es el saber cómo se desarrollaron las sucesivas fases de depósito de sedimentos, lo cual informa al arqueólogo de cronologías relativas y de la progresión diacrónica de ocupaciones en el lugar. Todo ello debe georreferenciarse adecuadamente, de modo que se adquiriera una comprensión completa del funcionamiento estratigráfico.

En segundo lugar, durante la campaña se han realizado abundantes tomas de coordenadas, datos edafológicos y de material arqueológico y fotografías digitales, que junto con otras informaciones, han sido incorporadas a la base de datos del yacimiento. Además de ello, hemos incluido las mencionadas georreferenciación y reconstrucción estratigráfica durante los trabajos posteriores de procesado de datos. Cuando finalicen los estudios de materiales en laboratorio, que están en curso, también se añadirán al informe final sobre la campaña 2015.

En los años inmediatamente anteriores, se había documentado la importancia del registro arqueológico del foso 4, documentándose parcialmente en la forma del mismo un transecto de reducidas dimensiones. Este año se intentaba, por tanto, avanzar en la recuperación del registro arqueológico y complementar en la medida de lo posible la forma de la estructura exponiendo una parte mayor del recorrido del foso 4. Se planteó la excavación y delimitación del área ocupada por el foso 4 y zonas colindantes para comprender la interactividad que existía entre dicha estructura negativa y las excavadas en campañas anteriores.

Se planteó recuperar un conjunto de materiales óseos que permitiera acercarnos a las prácticas ganaderas del Mas d'Is; así como obtener muestras de materiales de vida corta para su datación radiocarbónica, especialmente de las fases más antiguas de ocupación, en particular, de los momentos más antiguos de la secuencia. Por último, había que completar los estudios geomorfológicos realizados hasta el momento.

Con todos los datos y los análisis pertinentes, se elaborará un informe oficial y se realizarán los trabajos divulgativos necesarios, para difundir los resultados de esta investigación entre la comunidad académica. Ello completará el círculo científico desde la hipótesis hasta el resultado.

### 2.2. Metodología

Para llevar a cabo un correcto registro estratigráfico, susceptible de ser georreferenciado y digitalizado hemos trabajamos, diariamente, con la estación total Leica TCR 705. Al llegar al yacimiento, se situaron los puntos cartográficos de referencia, que denominamos «bases» y con los cuales la calibramos. Este trabajo es especialmente importante, pues sin esas referencias, no se pueden relacionar en el espacio las diferentes medidas registradas. Cada día, a medida que la excavación iba avanzando, se tomaban las coordenadas XYZ de cada punto, las cuales definen la forma del estrato y de los hallazgos de material arqueológico en el corte. Al terminar el trabajo de campo, se vol-

caban los datos a una base de datos y se dibujaban las diferentes capas excavadas en gvSIG y OpenJUMP, incluyendo en su interior los puntos de los diferentes hallazgos, para preparar el análisis posterior de datos. A partir de ahí, como veremos seguidamente, cada objetivo de la investigación requería un tratado informático específico.

### 3. RESULTADOS

Una vez la información de la campaña ha sido correctamente registrada, uno de los usos principales para los que se ha empleado gvSIG ha sido para la mencionada reconstrucción estratigráfica del yacimiento. Con la interpretación poligonal de las coordenadas cartesianas, tomadas *in situ*, nos es posible reconstruir virtualmente la estratigrafía de la zona excavada (Figura 1), lo cual permite comprender mejor la relación entre unos estratos y otros. En este campo, aunque gvSIG sí reconoce la coordenada Z como atributo, no la trata con la misma sencillez que las coordenadas X e Y, lo que convierte el trabajo con la misma en algo farragoso, que en ocasiones obliga a la búsqueda de recursos adicionales. En nuestro equipo de trabajo, hemos cargando un archivo con extensión CSV que incluyera dicha información en una de sus columnas. De este modo, en la capa de puntos que serviría de base para la elaboración del polígono, podemos habilitar el

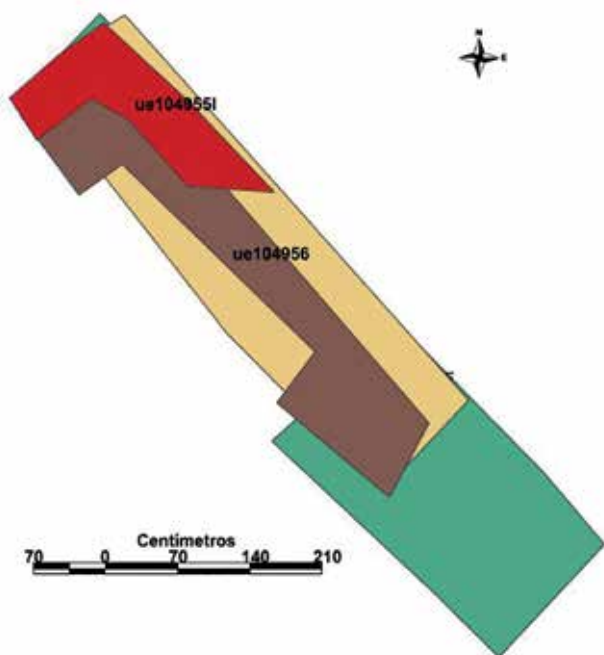


Figura 1. Distintas unidades superpuestas, en el yacimiento Mas d'Is, campaña 2015. Una vez introducidas, gvSIG permite la visualización selectiva de las mismas, de modo que pueden comprenderse mejor sus interrelaciones

etiquetado de la mencionada columna, de forma que al menos tengamos una referencia visual (Figura 2).

Otro de los aspectos interesantes del trabajo con gvSIG es la posibilidad que brinda para comprender la distribución de los distintos materiales arqueológicos. En nuestro caso, a cada material recogido con punto en campo se le atribuía un código, indicativo de su tipo. Una vez introducidos en el software los puntos de material en sus respectivas unidades estratigráficas, hemos asignado un color fijo a cada uno de ellos, de modo que podamos identificar visualmente, con gran rapidez, su principal distribución (Figura 3), aspecto este relevante en cuanto al análisis de datos.

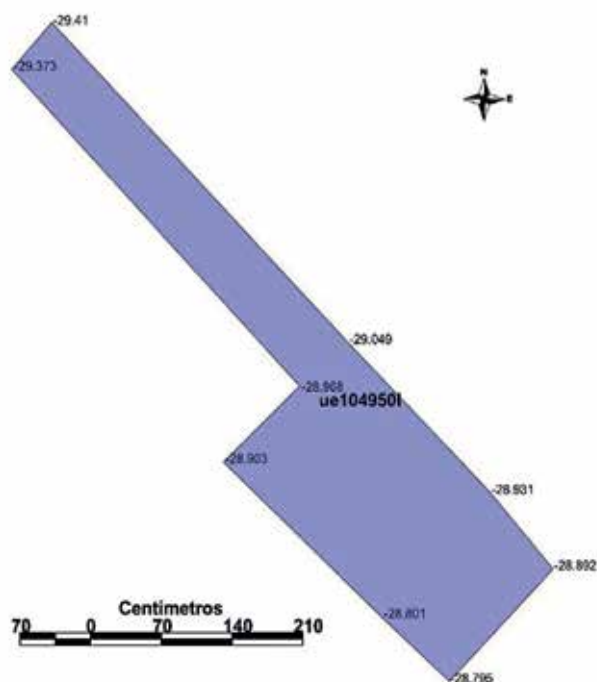


Figura 2. Ejemplo de la inclusión manual de la coordenada 'Z' sobre una unidad estratigráfica. gvSIG no permite su uso georreferenciado

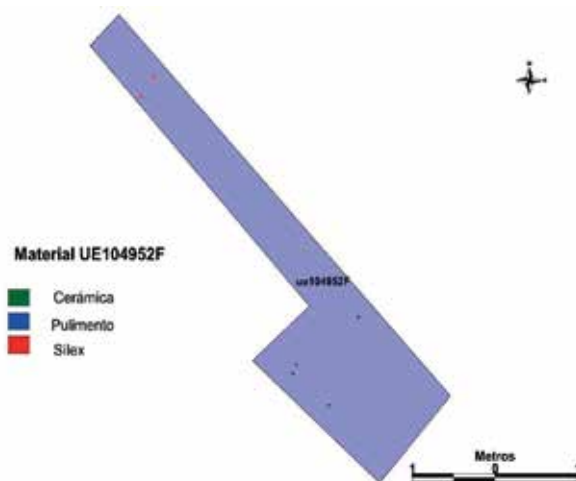


Figura 3. Ejemplo de distribución de material por selección cromática

Este trabajo puede ser afrontado de dos maneras; bien asociando cada material a su propia unidad, o bien intentando asociarlos entre sí, parcial, o totalmente (Figura 4). De nuevo, en este caso sería interesante la posibilidad de tratar la coordenada Z como información georreferenciada y no simplemente informativa, lo que nos permitiría comprender con rapidez visual relaciones entre materiales, también con respecto a su profundidad, lo cual proporciona al arqueólogo una valiosa cronología relativa de los materiales hallados.

Otra de las herramientas útiles de gvSIG es la posibilidad de georreferenciar contextos y estructuras. En Arqueología es fundamental la ubicación de los distintos elementos estudiados tanto a nivel macroespacial como microespacial. La georreferenciación es necesaria en los procesos fotogramétricos, en tanto que evita errores de medida acumulativos, especialmente dañinos en excavaciones prolongadas, como el caso que nos ocupa. Con este procedimiento, hemos registrado tanto los perfiles de la zanja de la parte inferior del sector 104 -el área principal de trabajo en la campaña 2015-, como la estructura de combustión aparecida. El objetivo es el de integrar la información fotográfica con el resto de datos arqueológicos, de modo que se pueda convertir su uso en algo aprovechable para la investigación arqueológica. Como ejemplo, desarrollaremos en este documento el trabajo fotogramétrico realizado sobre la estructura de combustión aparecida en la zona de la intervención (UE 104957).

La labor comienza ya en el campo arqueológico, con una toma correcta de datos. En primer lugar, marcaremos en el elemento a georreferenciar al menos diez puntos, que posteriormente serán tomados con la estación total -en nuestro caso los indicamos con etiquetas o bien con chinchetas de cuello largo-. Con dicha información, creamos el archivo CSV, que posteriormente se convertirá en la capa con extensión SHP

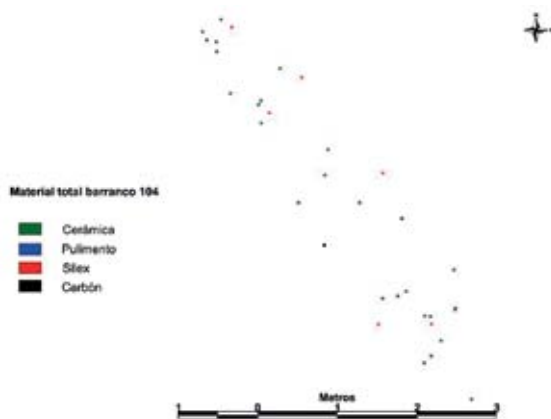


Figura 4. Distribución de todo el material aparecido en el sector del barranco 104. Esta imagen no refleja la profundidad del material

y que será la que utilizaremos en el proceso de georreferenciación. Ello nos permite, tanto corregir la deformación de proyección que implica cualquier toma fotográfica, como situar el elemento georreferenciado en su espacio correcto en el yacimiento (Figura 5). Una vez tenemos el hito correctamente ubicado, podemos comenzar a desarrollar las técnicas fotogramétricas, que nos permitirán la reproducción fidedigna de los distintos elementos arqueológicos, contribuyendo a su estudio y conservación. En primer lugar, podemos conocer las cotas del corte sur a partir de la superposición de la capa SHP con los puntos tomados en campo (Figura 6).

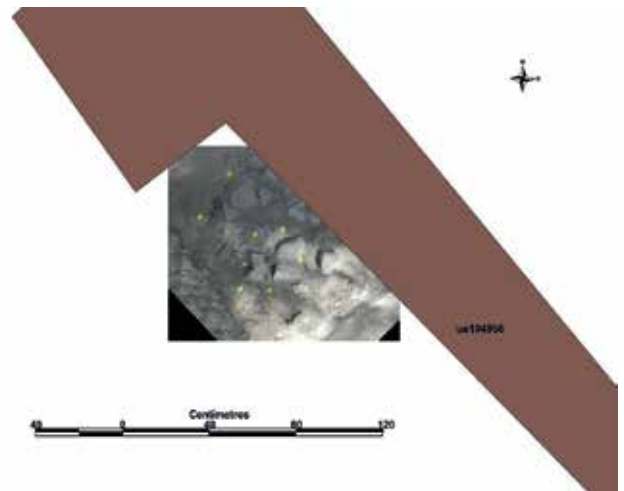


Figura 5. Imagen georreferenciada de la estructura de combustión situada en el lugar que le corresponde en el yacimiento, debajo de la UE104956

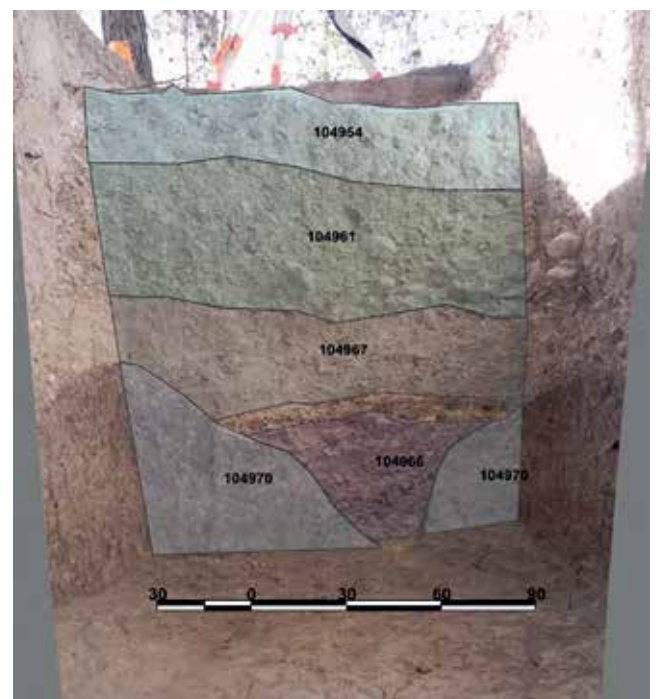


Figura 6. Corte Sur con unidades estratigráficas superpuestas

Utilizando esta misma técnica podemos incluir información geográfica de los elementos que compongan la estructura. De este modo podemos proceder a la conversión de los mismos a una capa vectorial, partiendo de la imagen georreferenciada, combinada con los puntos tomados en campo. Tan solo tenemos que implementar una capa SHP con dichos puntos sobre la imagen.

Con esta información preliminar procedemos al dibujo digitalizado de los elementos que nos interesen, todos los cuales podremos incorporar, bien como archivos ráster -en el caso de la fotografía georreferenciada- o bien como capas vectoriales (Figura 7) a los marcos de

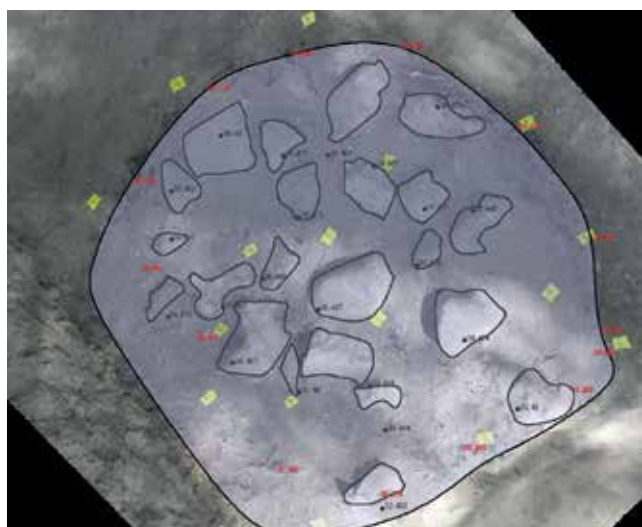


Figura 7. Superposición de la capa vectorial georreferenciada de la estructura de combustión sobre el hogar. En rojo las cotas iniciales, en negro las cotas de profundidad de las piedras, una vez retiradas.

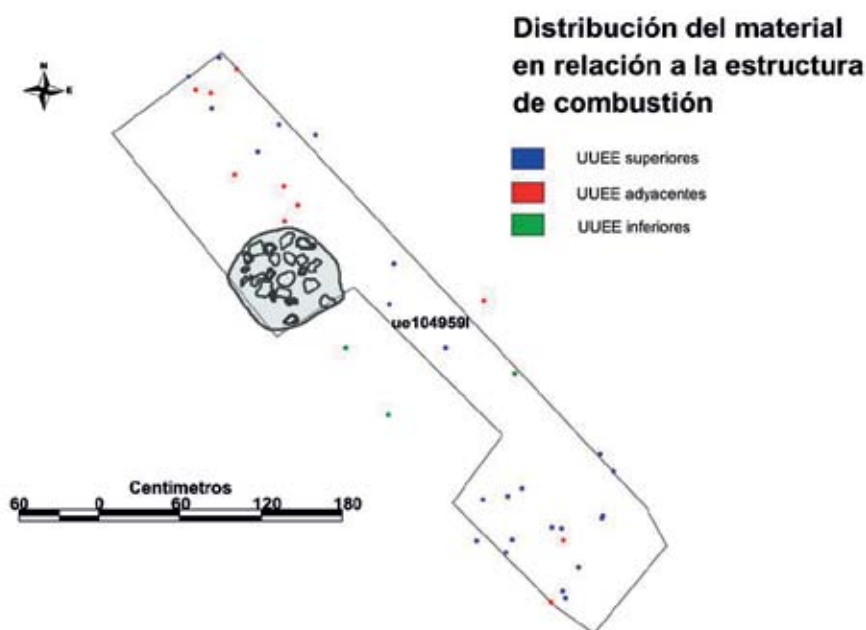


Figura 8. Relación entre el material arqueológico recuperado y la estructura de combustión.

nuestra investigación que consideremos necesarios.

Este trabajo debe combinarse con el resto de datos que procesemos sobre el conjunto como, por ejemplo, la información geográfica sobre materiales (Figura 8). En este caso, podemos observar como el material no se distribuye de modo homogéneo. El material se concentra en las unidades estratigráficas (UUEE) más cercanas a la estructura de combustión, especialmente en el nivel superior a la citada estructura y a la zona sureste de la excavación. Las UUEE inferiores son más pobres en material arqueológico.

## 4. CONCLUSIONES

Como hemos podido observar en el presente trabajo, hay algunos elementos en gvSIG cuya inclusión ayudaría aún más al siempre laborioso trabajo de interpretación. En primer lugar, la ya mencionada dificultad del tratamiento geográfico de las coordenadas de profundidad supone un lastre para el desempeño arqueológico, ya que incorporar esa tercera dimensión permitiría una visualización más fiel de la información y sería particularmente útil para estudiar los distintos estados de la excavación según cambia la forma del terreno y aparecen restos de construcciones, alteraciones geológicas o estructuras, además de poder analizar correctamente la ubicación de las distintas piezas arqueológicas que aparecen a varias profundidades (Seoane y Hernández, 2012). Por otro lado, la falta de desarrollo de este software en sistemas Mac OS supone asimismo un problema, habida cuenta de la amplia difusión de éstos en ambientes profesionales.

Ahora bien, más allá de estas carencias que, suponemos, se irán subsanando con el desarrollo del software, los Sistemas de Información Geográfica en general, y gvSIG en particular, son de gran utilidad en el trabajo arqueológico (Diez *et al.*, 2007). Nos permiten un sistema de recogida de datos más ágil y preciso, mucho más rápido que el tradicional dibujo a mano, y con un margen de error menor. Prácticamente ninguna de las herramientas a disposición del arqueólogo es suficiente, por sí misma, para reconstruir el pasado, pero la combinación de todas ellas ayuda, cada vez más, a conseguir una idea precisa de los procesos que pueden haber tenido lugar. En este sentido,

gvSIG aporta un excelente instrumento para el trabajo de datos geográficos, tanto a nivel macro, como microespacial.

Nos encontramos ante una herramienta que ha simplificado y modernizado el trabajo científico y arqueológico y que favorece la comunicación interdisciplinar en la comunidad científica, por su lenguaje común. También permite una edición rápida de los gráficos y la unión con información de años anteriores o posteriores, creando una convergencia de complejos escenarios con continuidad y articulados en el espacio. Todo ello, favorece el surgimiento de nuevas respuestas ante problemas tradicionales.

Su política de Software libre ayuda además a la democratización de las herramientas culturales y profesionales, favoreciendo especialmente la creación de marcos de investigación y trabajo a todos los niveles y ayudando, dentro de un marcado espíritu de desarrollo de los sistemas digitales, al seguimiento de la evolución de la tecnología SIG, aspecto este fundamental en numerosas disciplinas laborales hoy en día.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría terminar mencionando al equipo que está detrás de este trabajo en el yacimiento de Mas d'Is, desde el Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València, hasta las gentes de Penàguila y su Ayuntamiento, quienes en todo momento han brindado las máximas facilidades para el desempeño del trabajo arqueológico de campo.

## REFERENCIAS

- Bernabeu, J., Díez, A. y Orozco, T. (2012). *Campañas de excavación recientes en el yacimiento de Mas d'Is (Penàguila, Alacant)*. Marq, Arqueología y Museos, 5, 183-188.
- Bernabeu, J., Orozco, T., Díez, A., Gómez M., y Molina, F. J. (2003). *Mas d'Is (Penàguila, Alicante): aldeas y recintos monumentales del Neolítico Inicial en el valle del Serpis*. Trabajos de Prehistoria, 60 (2), 39-59.
- Díez, A., y Bernabeu, J. (2007). *Recomendaciones de Agustín Díez y Joan Bernabeu para el uso de la estación total en el trabajo arqueológico*. En Domingo, I., Burke, H., y Smith, C., Manual de campo del arqueólogo (pp. 160-162). Barcelona: Ariel.
- Díez, A., Bernabeu, J., Barton, C. M., La Roca, N. (2007). *Socioecología de los paisajes holocénicos (10000-4000 BP) en el valle del Serpis*. Consultado en octubre de 2015, en I Jornadas de SIG libre, Universitat de Girona: <http://dugi-doc.udg.edu:8080/handle/10256/1211>
- Díez, A., La Roca, N., DiMaggio, E., Pardo, S., Bernabeu, J. (2010). *Viejos paisajes, nuevas tecnologías: una reconstrucción del paisaje Holoceno con gvSIG y sextante*. Consultado en septiembre de 2015, en IV Jornadas de SIG libre, Universitat de Girona: <http://dugi-doc.udg.edu:8080/handle/10256/3461> Consulta en septiembre 2015
- García, O., Barton, M., Bernabeu, J., Díez, A., y Pardo, S. (2014). *De la prospección sistemática al laboratorio GIS en La Canal de Navarrés*. SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, 46, 209-214.
- Seoane, A., y Hernández, L., (2012). *Integración de SIG con visualización 3D interactiva para la gestión y seguimiento de excavaciones arqueológicas*. Virtual Archaeology Review, 3 (5), 58-62.
- Ruiz Zapatero, G., (2013). *La excavación arqueológica*. En García-Díez, M., y Zapata, L., (Eds.), *Métodos y técnicas de análisis y estudio en Arqueología Prehistórica*. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos (pp. 39-72). Bilbao: Universidad del País Vasco.

### Sobre los autores

Este documento está elaborado por un equipo de la Universitat de València, dirigido por el catedrático de Prehistoria Joan Bernabeu Aubán, que viene trabajando desde hace más de 10 años en la aplicación de las Técnicas de Información Geográfica al registro arqueológico. Entre las diferentes actuaciones realizadas por este equipo, destaca como caso de éxito el uso de esas técnicas en la excavación del yacimiento neolítico del Mas d'Is (Penàguila, Alacant). El profesor Joan Bernabeu es uno de los referentes para el estudio del Neolítico en el Mediterráneo occidental, con más de un centenar de artículos en revistas nacionales e internacionales y varios libros sobre el tema. Los profesores Teresa Orozco y Agustín Díez tienen más de veinte años de experiencia de campo y han publicado decenas de artículos en revistas nacionales e internacionales. El equipo lo completan los licenciados Emilio Cortell y Sonia López y Pilar Escribá, que es estudiante del Máster en Arqueología de la Universitat de València.