



## PROPUESTA DE ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL APLICADO A LA INTEGRACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS REALIZADAS EN CUEVA DE LA COCINA (DOS AGUAS, VALENCIA)

### TRIDIMENSIONAL ANALYSIS PROPOSAL TO INTEGRATE DIFFERENT ARCHAEOLOGICAL FIELDWORK CONDUCTED AT CUEVA DE LA COCINA (DOS AGUAS, VALENCIA)

Agustín Díez<sup>a,\*</sup>, Oreto García<sup>a</sup>, Martina Basile<sup>b</sup>, Alfredo Cortell<sup>a</sup>, Nefeli Tsa<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València, 46010, Spain. [agustin.diez@uv.es](mailto:agustin.diez@uv.es); [oreto.garcia@uv.es](mailto:oreto.garcia@uv.es); [alfredo.cortell.nicolau@gmail.com](mailto:alfredo.cortell.nicolau@gmail.com); [nemesis.soul@hotmail.com](mailto:nemesis.soul@hotmail.com)

<sup>b</sup> Università de Roma, La Sapienza, Italy. [martina1811@tiscali.it](mailto:martina1811@tiscali.it)

#### Abstract:

At this document we present a computer protocol, designed for the development of a digital environment which will allow virtual reconstruction of both, the stratigraphic information and the material record found at Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia). By this we also mean to relate the most recent fieldwork at the site to that carried on during the 1970s. The first interventions inside the cavity date back to the first half of the XX century, when a complex sequence, which comprehended layers mainly related to the last hunter-gatherers and the first farmers, was identified. Accuratness, both describing and gathering precise information of the site was not a priority according to the methodology of older excavations. However, the fieldwork directed by Javier Fortea during the 1970s was meticulously registered using tridimensional notes of the information referring to the excavated layers and the recovered findings, although an analysis and interpretation of the site was never undertaken. Nowadays, we intend to integrate that information into a virtual working environment, so that, using specific software, data can be digitally processed for its 3D visualization and further analysis. Resorting to different statistical analysis and graphic representation packages has also been required. The results presented here refer to virtualization of the tridimensional information of one of the units excavated during the 2015 campaign, along with two adjacent units of the intervention developed by Javier Fortea. Thus, we try to show an example not only of the different potentialities that digitalization offers when registering detailed information of the excavated record, but also of its usefulness as a working tool in order to recover older interventions.

**Key words:** virtual 3D, archaeological fieldwork, spatial analysis, Cocina Cave

#### Resumen:

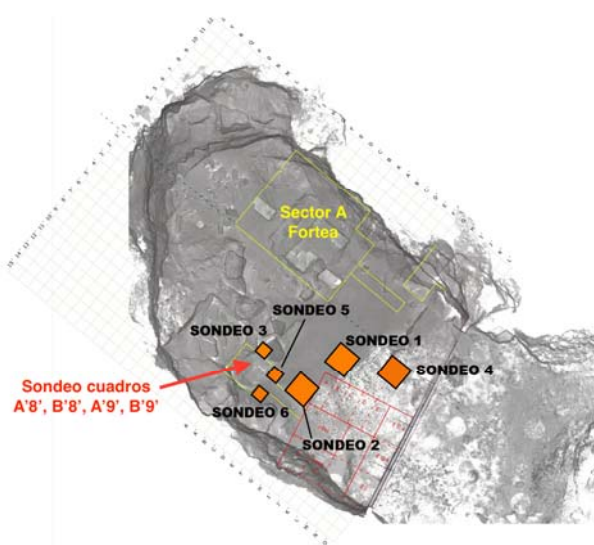
Presentamos en este trabajo el protocolo de trabajo diseñado para la creación de un entorno digital que permite la recreación virtual de la información estratigráfica y el registro material recuperado en Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia) con el fin de correlacionar los trabajos de campo actuales con aquellos llevados a cabo en la década de los 70 del pasado siglo. Los primeros trabajos en la cavidad se remontan a la primera mitad del siglo XX cuando se identificó una amplia secuencia que englobaba niveles de ocupación prehistóricos principalmente relacionados con los últimos cazadores-recolectores y el primer neolítico. Estos trabajos se realizaron siguiendo metodologías que adolecían de una rigurosa descripción y documentación. Sin embargo, los trabajos dirigidos por Javier Fortea en la década de los 70 del siglo XX fueron meticulosamente documentados mediante la anotación tridimensional de la información referida a las capas excavadas y los hallazgos recuperados, aunque posteriormente no se avanzó en el análisis e interpretación de la secuencia del yacimiento. En la actualidad nos hemos propuesto integrar esta información en un entorno de trabajo virtual con el fin de proceder al tratamiento de los datos mediante software específico para su visualización 3D y el análisis posterior de los mismos a través de paquetes de análisis estadístico y de representación gráfica. Los resultados presentados se refieren a la recreación de la información tridimensional de uno de los sondeos excavados durante la campaña 2015 y dos cuadros adyacentes de la actuación efectuada por Javier Fortea. Tratamos de ofrecer de este modo un ejemplo no solo de las potencialidades que ofrece la informatización para la documentación pormenorizada del registro excavado sino también de su uso como herramienta de trabajo para recuperar intervenciones anteriores.

**Palabras clave:** realidad virtual, excavación arqueológica, análisis espacial, Cueva de la Cocina

\* Corresponding Author: Agustín Díez Castillo, [adiez@uv.es](mailto:adiez@uv.es)

## 1. Introducción

Las posibilidades que ofrece un entorno de análisis 3D para el análisis de una intervención arqueológica son de gran interés para el avance metodológico en la sistematización de la información generada. En este trabajo presentamos los primeros resultados de la aplicación del protocolo de trabajo diseñado con el fin de integrar la información de las diferentes actuaciones de campo en Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia) (Fig. 1). Concretamente vamos a describir la metodología diseñada para introducir la información tridimensional de dos actuaciones que cuentan con un registro detallado, si bien atendiendo a diferentes tipos de toma de datos. La Cueva de la Cocina es una amplia cavidad, de aproximadamente unos 300 m<sup>2</sup>, abierta en el Barranco de la Ventana, en el municipio de Dos Aguas. El yacimiento fue objeto de diferentes intervenciones a lo largo del siglo XX llevadas a cabo siguiendo las propuestas metodológicas al uso en cada uno de los momentos (Pericot 1945; Fortea 1973; Fortea *et al.* 1987; García *et al.* 2015). Las primeras actuaciones tuvieron lugar en los años 40 bajo la dirección del profesor Luís Pericot, y lógicamente adolecen de una sistematización en la toma de datos, si bien es cierto que disponemos de la descripción pormenorizada de los trabajos realizados a través de los minuciosos diarios de campo que describen día a día las características generales de la secuencia de los diferentes sondeos, así como de los hallazgos efectuados. La cavidad proporcionó una interesante secuencia prehistórica principalmente atribuida al denominado Mesolítico final de la secuencia regional (6.600-5700 cal BC), además de ocupaciones posteriores desde el Neolítico antiguo a la Edad del Bronce (García *et al.* 2014; García *et al.* 2015). Las excavaciones efectuadas en la década de los 70 (1974 a 1981) fueron dirigidas por el profesor Javier Fortea, el cual utilizó un protocolo de registro de campo acorde con las modernas técnicas introducidas ya en estos momentos en la arqueología (Laplace y Méroc 1954, VV.AA. 1976:39, Petit 2009).



**Figura 1:** Planta de la cavidad con indicación de la situación del sondeo 3 (actuación 2015) y el sondeo que afecta a los cuadros A'8', B'8', A'9' y B'9' (intervención de Fortea).

La minuciosidad de la intervención de Fortea nos permite ahora proceder a su análisis global en el contexto de un proyecto que incorpora el análisis virtual de todas las intervenciones. En el presente trabajo procederemos a presentar la restitución estratigráfica 3D de uno de los sondeos excavados por Fortea (el sector correspondiente a sus cuadros A'8', B'8', A'9', B'9' y su comparación con la información obtenida a partir de la reciente intervención en la cavidad, en un sondeo inmediato a estos cuadros. El objetivo en este artículo, más que indagar en la interpretación arqueológica, reside en comparar el procesamiento de las diferentes estrategias de registro de datos en el laboratorio mediante técnicas de virtualización 3D.

## 2. Metodología

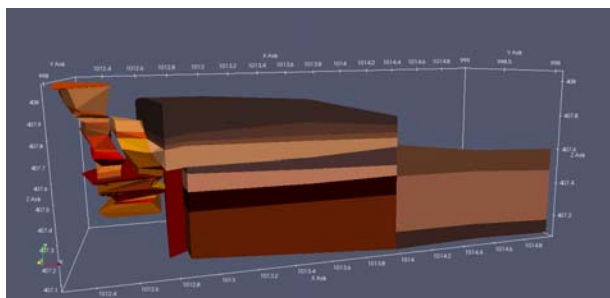
Gracias al riguroso sistema de registro tridimensional puesto en práctica por el profesor Javier Fortea y su equipo, hemos podido recuperar información de cerca de 10000 registros. Este equipo fue uno de los primeros en generalizar el uso del denominado método Laplace-Méroc (VV.AA. 1976:39). De éste modo, Fortea ideó un sistema de registro fotográfico a través del levantamiento de una estructura fija que permitía la toma de fotografías verticales con una cámara Hasselblad 6X6. Sobre las fotografías se numeraban los hallazgos que quedaban a su vez registrados en un inventario en papel milimetrado, donde se consignaban las coordenadas X, Y, Z de los mismos. Los datos referidos al subcuadro de la excavación (se realizaba una subdivisión en 9 subcuadros de 33x33 cm), y al estrato arqueológico, quedaban igualmente reflejados. La excavación avanzaba a medida que se producía el levantamiento de materiales. Fortea realizó igualmente un segundo sondeo de menor tamaño en el que los materiales quedaron consignados por capas (8 capas de aproximadamente 10 cm) y atendiendo a 4 sectores de 50x50 cm. En este caso los diferentes materiales asociados quedan asignados a la capa y al subsector, atendiendo a las indicaciones del registro de campo. La precisión de la toma de datos efectuada por Fortea nos ha permitido plantear el proyecto de análisis de esta excavación teniendo en cuenta además los datos aportados por las recientes actuaciones en la cavidad por parte de nuestro equipo de trabajo. Las excavaciones de Fortea no fueron estudiadas pormenorizadamente en su día, únicamente disponemos de un avance de resultados sobre el registro de los restos arqueológicos (Fortea *et al.* 1987).

El primer paso, lógicamente, ha consistido en la digitalización de toda la información registrada por el equipo de Fortea. En la mayor parte de los casos los registros estaban completos lo que significa que se había anotado el cuadro, el sector, la capa, las tres coordenadas y la descripción, un número de inventario e incluso observaciones. En otros casos, la información se refería exclusivamente a cuadro, sector y capa. Siempre se contaba con las cotas iniciales y finales de cada capa. Los sectores eran 9 en la zona de la excavación principal, pero en el sector que se presenta en este trabajo eran 4 de 0,5x0,5 m. En todos los casos, las coordenadas horizontales estaban referidas a los límites del cuadro excavado. Por ello, ha sido necesario crear un sistema que automatice la generación de las coordenadas dentro del yacimiento.

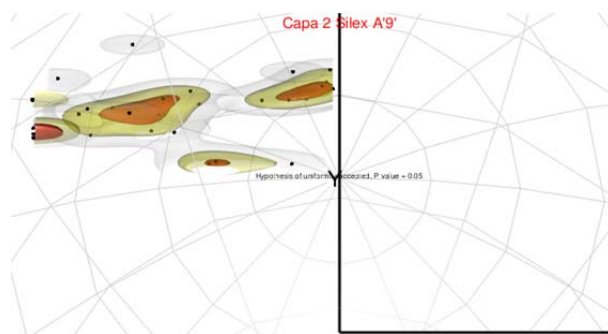
En los casos en los que no teníamos coordenadas de los hallazgos se ha procedido a generar un volumen de cada sector y capa, dentro del cual se han generado de forma aleatoria las coordenadas de los hallazgos con una rutina en la que intervienen los paquetes de R: (R Core Team 2015) rgl –para generar el volumen– (Adler *et al.* 2016), alphashape 3d (Lafarge y Pateiro-López 2016) –para generar los hallazgos dentro del volumen– y VecStatGraphs3D (Felicísimo *et al.* 2016) y K3est –para el tratamiento estadístico–, siguiendo la propuesta metodológica realizada por los autores de este último (Felicísimo *et al.* 2014).

### 3. Trabajos futuros

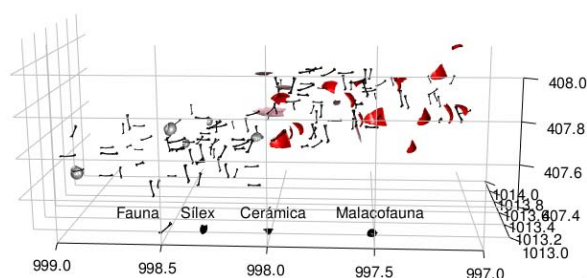
Los resultados generados permiten relacionar la secuencia descrita por Fortea con la documentada en el sondeo 3, excavado en el verano de 2015 (Fig. 2). Hemos podido confirmar la existencia de unos niveles superiores con material neolítico y unos niveles inferiores mesolíticos, en los que desaparece la cerámica y se documentan los triángulos tipo cocina. De la misma forma, se ha podido comprobar que la distribución de los materiales documentados por Fortea (Figs. 3 y 4) y la documentada por nosotros es uniforme. En definitiva, el trabajo que se presenta es un primer paso en la documentación integral de los trabajos arqueológicos en Cueva de Cocina.



**Figura 2:** Vista 3D en Paraview (Henderson 2006) de la reconstrucción de los volúmenes de las Unidades Estratigráficas excavadas por Fortea (primer plano) y del sondeo 3 (García *et al.* 2015).



**Figura 3:** Vista 3D de la distribución de sílex en la capa 2 del cuadro A'9' excavado por Fortea realizada con VecStatGraphs3D (Felicísimo *et al.* 2014).



**Figura 4:** Distribución 3D de los materiales recuperados por Fortea en la capa 1 (en rojo las cerámicas).

### Agradecimientos

El trabajo presentado se ha llevado a cabo en el marco del proyecto “MESO COCINA: los últimos caza-recolectores y el paradigma de la neolitización en el mediterráneo occidental” (HAR2012-33111), y el proyecto HAR2015-68962 “EVOLPAST: Dinámicas evolutivas y patrones de variabilidad cultural de los últimos caza-recolectores y el primer neolítico en el este peninsular (7000-4500 cal BC)”, subvencionados por el Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España. Los trabajos de campo (Campaña 2015) se han llevado a cabo dentro del programa de investigaciones del SIP-Museu de Prehistòria de la Diputació de Valencia.

### Referencias

- ADLER, D., MURDOCH, D., NENADIC, O., URBANEK, S., CHEN, M., GEBHARDT, A., BOLKER, B., CSARDI, G., STRZELECKI, A. y SENGER, A., 2016. Rgl: 3D Visualization Using OpenGL. R package version 0.95.1441. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=rgl> [2/14/2016].
- FELICÍSIMO, A., RUIZ, J.C., POLO, M.E., CUARTERO, A. y GARCÍA, P., 2014. VecStatGraphs3D: Vector analysis using graphical and analytical methods in 3D. R package version 1.6. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=VecStatGraphs3D> [2/14/2016].
- FORTEA, J., 1973. *Los complejos microlaminares y geométricos del Epipaleolítico mediterráneo español*. Salamanca: Universidad de Salamanca (Memorias del Seminario de Prehistoria y Arqueología, 4), 545 páginas.
- FORTEA, J., MARTÍ, B., FUMANAL, P., DUPRÉ, M. y PÉREZ RIPOLL, M., 1987. Epipaleolítico y neolitización en la zona oriental de la Península Ibérica, En: *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée Occidentale. Actes du Colloque International du CNRS (Montpellier, 1983)* (J. Guilaine, J. Courtin, J.-L. Roudil, J.-L. Vernet, dirs.), Paris, pp. 599-606.
- GARCÍA, O., JUAN, J., McCLURE, S.B., DIEZ, A. y PARDO, S., 2015. Avance de resultados de los nuevos trabajos arqueológicos en Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia): campaña de 2015. *Saguntum (PLAV)*, 47, pp. 251-255. DOI: 10.7203/SAGVNTVM.47.7195
- GARCÍA, O., JUAN, J., McCLURE, S.B., PASCUAL, J.LI., MARTÍ, B., PÉREZ, M., BERNABEU, J., PARDO, S., MOLINA, LI., CARRIÓN, Y. y DIEZ, A., 2014. Los últimos caza-recolectores en Cueva de la Cocina (Dos Aguas,

- Valencia). En: R. SALA, coord, *Los cazadores y recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar*. Burgos: Universidad de Burgos/Fundación Atapuerca, pp. 370-372. DOI: 10.13140/RG.2.1.1517.6809
- HENDERSON, A., 2006. *The ParaView Guide: A Parallel Visualization Application*. Nueva York: Kitware Inc., 340 páginas.
- LAFARGE, T., PATEIRO-LÓPEZ, B., POSSOLO, A. y DUNKERS, J.P., 2014. R Implementation of a Polyhedral Approximation to a 3D Set of Points Using the  $\alpha$ -Shape. *Journal of Statistical Software* 56, no. 4 (2014). DOI: 10.18637/jss.v056.i04
- LAFARGE, T. y PATEIRO-LÓPEZ, B., 2016. Alphashape3d: Implementation of the 3D Alpha-Shape for the Reconstruction of 3D Sets from a Point Cloud. R package version 1.2. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=alphashape3d> [2/14/2016].
- LAPLACE, G., y MÉROC, L., 1954. Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement. *Bulletin de la Société préhistorique de France* 51(Fasc. 1/2), pp.58–66. DOI: 10.3406/bspf.1954.12427
- PERICOT, L., 1945. La Cueva de la Cocina (Dos Aguas). Nota preliminar. *Archivo de Prehistoria Levantina*, 2, pp. 39-71.
- PETIT, M.A., 2009. La introducció a Catalunya del mètode Laplace-Méroc d'enregistrament i anàlisi de l'excavació estratigràfica mitjançant l'ús de les coordenades cartesianes. En *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el tardiglacial: mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16000-10000 BP): XIV Col. loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. Puigcerdà-10-12 de novembre de 2006: homenatge al professor Georges Laplace*. Institut d'Estudis Ceretans, pp. 51–64.
- R CORE TEAM, 2015. R: A language and environment for statistical computing. Disponible: <https://www.R-project.org/> [2/10/2015].
- VV. AA., 1976: *La Labor del Servicio de Investigación Prehistórica y su museo en el pasado año 1975*. Valencia: Museu de Prehistòria de València, 62 pàgines.