

ACTAS

4, 5 y 6 abril

2017

CN
AP

Congreso
Nacional
Arqueología
Profesional



Colegio Oficial de Doctores y
Licenciados en Filosofía y Letras
y en Ciencias de Aragón



CONSEJO GENERAL DE LOS ILUSTRES
COLEGIOS OFICIALES DE DOCTORES Y LICENCIADOS
EN FILOSOFÍA Y LETRAS Y EN CIENCIAS



Obra Social "la Caixa"



GOBIERNO
DE ARAGON

Edita
Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en
Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón

Año de publicación: 2018

ISBN: 978-84-608-8580-1
Depósito Legal: Z-800-2018

Impreso en
España

Diseño y maquetación
Ana Durán Boldova

© Autores de los textos
*Recoge los contenidos presentados a
I Congreso Nacional de Arqueología Profesional
(CNaP)*



Congreso
Nacional
Arqueología
Profesional

ACTAS

4, 5 y 6
de abril
de 2017

Organizan:



Colegio Oficial de Doctores y
Licenciados en Filosofía y Letras
y en Ciencias de Aragón



CONSEJO GENERAL DE LOS ILUSTRES
COLEGIOS OFICIALES DE DOCTORES Y LICENCIADOS
EN FILOSOFÍA Y LETRAS Y EN CIENCIAS

Colaboran:



Obra Social "la Caixa"



Editores

Dr. José Ignacio Lorenzo Lizalde

Comité organizador

Presidencia

Dña. Josefina Cambra Giné

Vicepresidencia

Dr. José Ignacio Lorenzo Lizalde

Miembro de Honor

D. Francisco Javier Lambán Montañés

Secretariado

Dña. Agnès Creus Izquierdo

Dña. Ana Durán Boldova

Comité Científico

Aragón: D. José Ignacio Lorenzo Lizalde

Cádiz: Dña. Virginia Pinto Toro

Cantabria: D. Lino Mantecón Callejo

Córdoba: D^a. Silvia Carmona Berenguer

Galicia: D.^a M. Carmen García Cabezudo

Granada: D^a. María José Mártir Alario

Sevilla: D. Marcos A. Hunt Ortiz

Vocales y coordinadores

Alicante: Dña. Araceli Guardiola Martínez y

D. Fernando E. Tintero Fernández

Asturias: D. Nicolás Alonso

Baleares: D. Mateu Riera Rullan

Castilla la Mancha: Dña. Ana M^a Segovia Fernández

Madrid: D. César Heras Martínez

Murcia: D. Antonio Javier Murcia Muñoz

Valencia: D. Llorenç Alapont Martín

Navarra: D. Jaime Aznar Auzmendi

PRÓLOGO

LA ARQUEOLOGÍA PROFESIONAL EN ESPAÑA: 27 AÑOS CONSTRUYENDO LA PROFESIÓN DESDE LOS COLEGIOS OFICIALES DE DOCTORES Y LICENCIADOS EN FILOSOFÍA Y LETRAS Y EN CIENCIAS

El Congreso Nacional de Arqueología Profesional (CNaP 2017) que se ha celebrado los días 4, 5 y 6 de abril del 2017 nace en el seno del Consejo General de Colegios Oficiales de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias, contando con el apoyo del Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón. Emerge con el objetivo de mostrar a la sociedad la calidad de los trabajos que desarrollan los profesionales de la arqueológica y su voluntad de comunicar a la sociedad el resultado de sus investigaciones. El Consejo General de CDL agrupa a más de 1.500 arqueólogos profesionales, de todo el Estado español, que pese a la dura crisis que padecemos han manteniendo los estándares de calidad en su actividad profesional.

El principal fundamento del Congreso es incrementar la cultura científica, tecnológica e innovadora en el ámbito de la Arqueología, la presentación de la realidad actual de la arqueología profesional y su actual problemática, las novedades en el campo de la investigación arqueológica profesional en España, la aplicación de nuevas tecnologías en este campo, su plasmación en la didáctica del patrimonio arqueológico, en la musealización y la divulgación de yacimientos.

En el acto de inauguración contamos con la presencia del Director General de Cultura y Patrimonio del Gobierno de Aragón Ignacio Escuin Borao, en representación del Presidente de la Comunidad Autónoma; del Director del espacio CaixaForum Zaragoza D. Ricardo Alfós; y de la Presidenta del Consejo General de Colegios Oficiales de Filosofía y Letras y Ciencias y Presidenta del Congreso, Dña. Josefina Cambra, junto con el Decano del Colegio de Filosofía y Letras y Ciencias de Aragón y Vicepresidente del Congreso, D. José Ignacio Lorenzo.

Desde Portugal, la conferencia inaugural la dictó la Dra. Dña. Eva Parga-Dans, sobre “La situación de la arqueología comercial en España: Perspectivas futuras y vías de investigación”, la mayor especialista en la materia en nuestro País.

Durante tres días más de 100 profesionales, han acudido a este encuentro donde se han presentado 70 comunicaciones y 10 poster y se han desarrollado 3 mesas de debate. La calidad y nivel de las propuestas presentadas dotan al evento de un alto nivel innovador, y supone un referente a nivel del territorio español.

Este Congreso supone un antes y un después, dejando patente la labor desinteresada que desarrollan la gran mayoría de los arqueólogos que trabajan todos los días sobre este patrimonio y que están contribuyendo positivamente al conocimiento del Patrimonio y la formación permanente mostrado por la incorporación de las nuevas tecnologías.

Hemos realizado un largo recorrido para consolidar nuestra profesión de arqueólogos.

En 1983 se constituyó la Asociación Profesional de Arqueólogos integrada mayoritariamente por profesores universitarios de Madrid.

En 1984 se crea la Comisión de Patrimonio en el seno del CDL de Cataluña en la que forman un grupo de trabajo los arqueólogos quienes en 1987 organizan en Barcelona las I Jornadas sobre la situación profesional en la arqueológica, con asistencia de profesionales de otras CCAA.

En 1990 se constituyen las Secciones de arqueología de los CDL en Madrid y Zaragoza. En 1992 se crea la del CDL de Castellón-Valencia y posteriormente Castilla-León, Alicante, Sevilla-Huelva, Granada-Almería-Jaén, Málaga, Cádiz, Baleares, Castilla la Mancha, Asturias, Galicia, Murcia, Navarra, Cantabria.

En 1998, a propuesta de la Sección de arqueología de Madrid comienzan unas reuniones semestrales, con la participación de asociaciones profesionales. La última se celebró en 2009.

Uno de los objetivos de las Secciones de arqueología de los CDL era el tener presencia en el Consejo General de CDL y en el programa de la Presidencia del Consejo del 2008 se contempla la creación de una Comisión de Arqueología que realiza su primera reunión el 28 de febrero del 2009, en la sede del Consejo de Madrid.

La decisión de redactar el Código de la profesión fue aprobada por el Pleno del Consejo General en el 2014. Se nombró una comisión integrada por tres especialistas para la redacción del documento, integrada por el Doctor. Felipe Criado-Boado, Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Director del Instituto de Ciencias del Patrimonio del CSIC (INCIPIT) quien ha trabajado sobre aspectos de la profesionalización de la arqueología; la Doctora Silvia Carmona Berenguer, Decana del Colegio de Córdoba y arqueóloga profesional en ejercicio con un largo curriculum; ésta participó con anterioridad en la redacción del Código de la profesión de arqueólogo que fue aprobado en 2001, por todos los representantes de los CDL que contaban con Sección de arqueología. Finalmente el Doctor José Ignacio Lorenzo Lizalde, Decano del CDL de Aragón, con una dilatada experiencia profesional y que fue ya impulsor del precedente Código de la Profesión de arqueólogo.

El Código fue aprobado por unanimidad en el Pleno del Consejo General el 28-29 de noviembre de 2014.

Otro de los objetivos del colectivo profesional era el contar con un Congreso Nacional de arqueología profesional y en el Programa de la Presidenta del Consejo se incluye este punto.

Este I Congreso pretende ser un lugar de encuentro y de debate, en el marco de Consejo General de CDL.

En la actualidad la profesión está sumida en una profunda crisis motivada por la crisis económica que ha afectado a la construcción y a la obra pública en España. A pesar de que el colectivo se ha visto reducido en más de un 60% este encuentro muestra su vitalidad.

A pesar de esta situación de crisis evidente, desde mi veteranía no puedo menos que valorar la consolidación de la profesión. Ya contamos con títulos universitarios en varias universidades, tanto a nivel de grados como de máster. Se ha creado una estructura administrativa en la que la arqueología está presente en todas las CCAA, contando con cargos directivos ocupados por compañeros de nuestra profesión.

El Consejo de Europa está comprometiéndose cada vez más en los temas que afectan al Patrimonio Cultural común. Su comité europeo para los problemas criminales está trabajando con un proyecto de Convención del Consejo de Europa sobre las infracciones que tratan sobre los bienes culturales, sensibilizado especialmente con el tráfico ilícito de bienes culturales, especialmente en los países en guerra.

Es preciso que los arqueólogos, desde el Consejo General podamos participar en las organizaciones europeas para aportar nuestro conocimiento.

Esperamos que este CNaP se institucionalice con una periodicidad bianual.

Hemos intentado que el Congreso sea lo más participativo posible, contando con las limitaciones de tiempo. En esta línea se solicitó que los participantes manifestaran cuales eran los objetivos que consideraban más relevantes: El resultado ha sido muy variado, valorando la necesidad de un cambio normativo, trabajando por contar con un reglamento de arqueología que homogeneice los procedimientos. Algunos compañeros envidian el llamado modelo francés. Solicitan impulsar la Ley de Mecenazgo para dinamizar las intervenciones sobre el Patrimonio Cultural. Se ha valorado el contar con un visado colegial regulado y que en las licitaciones públicas aparezca separado lo que es obra de lo que supone la intervención arqueológica y contar con convenios laborales aplicables.

Finalmente tenemos que agradecer el apoyo de todos los CDL integrados en el Consejo General sin cuya colaboración este Congreso nunca se hubiera realizado.

Agradezco a todos los compañeros que han participado en la organización del Congreso y a quienes ha presentado sus trabajos para que todos constaremos la calidad de la profesión en España.

Seguiremos trabajando por los profesionales desde en Consejo y espero volver a vernos todos en el 2019.

Zaragoza, 14 de junio de 2017

Dr. José Ignacio Lorenzo Lizalde.

Vicepresidente del CNaP 2017

4
**DIBUJO Y
REALIDAD VIRTUAL**

5
**SISTEMAS DE
TELEDETECCIÓN**

6
**PROGRAMAS DE
GESTIÓN**

1.
**Investigación
profesional**

2.
**Arqueología de
urgencia**

3.
**Arqueología
preventiva**

4.
**Dibujo y
Realidad
Virtual**

5.
**Sistemas de
Teledetección**

6.
**Programas de
gestión**

7.
**Tendencias en
difusión y
divulgación**

8.
Apps

9.
Redes Sociales

10.

Póster



SUMARIO

269-275

LA ERMITA DE SAN LÁZARO COMO EJEMPLO DE LA APLICACIÓN TOTAL DE LA FOTOGAMETRÍA

AUTORES: JOSÉ MANUEL CRESPO VALERO, CELSO M. SÁNCHEZ MONDÉJAR, JUAN GALLARDO CARRILLO Y FRANCISCO RAMOS MARTÍNEZ

277-285

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA PROFESIONALIZADA EN LA ARQUEOLOGÍA DE LAS ISLAS BALEARES

AUTORES: JOSEP M. PUCHE FONTANILLES Y MATEU RIERA RULLAN

287-291

ESCÁNER 3D Y ANASTILOSIS COMO SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN Y ALTERNATIVA A LA IMPOSIBILIDAD DE CONSERVAR IN SITU RESTOS ARQUEOLÓGICOS

AUTORES: JORGE ANGÁS PAJAS Y NURIA RAMÓN FERNÁNDEZ

293-299

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL REGISTRO GRÁFICO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO. EVOLUCIÓN, CASOS DE ESTUDIO Y BALANCE

AUTOR: FERNANDO COTINO VILLA

301-306

PATRIMONIO "FANTASMA": FOTOGAMETRÍA PARA MANTENER VIVO EL PASADO

AUTOR: GONZALO GARCÍA VEGAS

309-318

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA Y GEORRADAR EN YACIMIENTOS PROTOHISTÓRICOS: CORRESPONDENCIA ENTRE REGISTROS Y RESULTADOS DE LA EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA EN EL OPPIDUM PROTOHISTÓRICO DEL CERRO DE LAS CABEZAS (VALDEPEÑAS, CIUDAD REAL)

AUTORES: JOSÉ LUIS SÁNCHEZ SÁNCHEZ, TOMÁS TORRES GONZÁLEZ, JULIÁN VÉLEZ RIVAS, DOMINGO FERNÁNDEZ MAROTO, JOSÉ JAVIER PÉREZ AVILÉS, JESÚS SÁNCHEZ VIZCAÍNO Y ÓSCAR MERLO ESPINOSA

319-325

GEOFÍSICA ARQUEOLÓGICA: DESDE Y PARA LA ARQUEOLOGÍA

AUTORES: ROGER SALA BARTROLÍ, HELENA ORTIZ QUINTANA ESCARDIVOL Y PEDRO RODRÍGUEZ SIMÓN

328-335

LA PLATAFORMA SMARCH

AUTORES: CELSO M. SÁNCHEZ MONDÉJAR, JOSÉ MANUEL CRESPO VALERO, FRANCISCO RAMOS MARTÍNEZ Y JUAN GALLARDO CARRILLO

337-347

LA RUTA IBEROS EN EL BAJO ARAGÓN: BALANCE DE DIEZ AÑOS DE ACTUACIÓN

AUTOR: JOSÉ ANTONIO BENAVENTE SERRANO

349-358

NUEVOS SISTEMAS DE DOCUMENTACIÓN EN EL CONJUNTO ARQUEOLÓGICO DE CÁSTULO

AUTORES: IRENE MARTA CALABRIA SALVADOR, CARLOS CID GAITÁN, DANIEL JESÚS LÓPEZ FERRIZ Y ABEL MANUEL JIMÉNEZ CRUZ

359-369

LA ASISTENCIA TÉCNICA DE ARQUEOLOGÍA DEL AYUNTAMIENTO DE TOLEDO

AUTORES: ANTONIO JOSÉ GÓMEZ LAGUNA, TANIA OBREGÓN PENIS, JUAN ÁNGEL RUIZ SABINA, ÁLVARO SÁNCHEZ BALLESTEROS, JAVIER GARCÍA ALMARCHA Y JAVIER CASTRO VALENTÍN-GAMAZO

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA
PROFESIONALIZADA EN LA ARQUEOLOGÍA
DE LAS ISLAS BALEARES**

**NEW TECHNOLOGIES AND GRAPHIC DOCUMENTATION
PROFESSIONALIZED IN ARCHEOLOGY
OF THE BALEARIC ISLANDS**

Josep M. Puche Fontanilles¹ y Mateu Riera Rullan²

¹ Institut Català d'Arqueologia Clàssica

² Facultat Antoni Gaudí d'Història de l'Església, Arqueologia i Arts cristianes de Barcelona- Investigador adscrito al Institut Català d'Arqueologia Clàssica

Autor de contacto/Contact author: Josep Maria Puche Fontanilles, jpuche@icac.cat

RESUMEN

En la última década se ha asistido a una revolución en la documentación gráfica, la aparición de los SCMD (fotogrametría digital y escáner láser). Estos sistemas superan la limitación de representar en un soporte bidimensional una realidad que es tridimensional, ofreciendo un nuevo abanico de posibilidades narrativas y semánticas hasta ahora irrealizables.

Pero todo este potencial viene limitado por su complejidad técnica. No en vano los SMCD se desarrollaron y fueron pensados por y para ingenieros. Esto ha ocasionado que los trabajos de documentación con SMCD en arqueología los hayan protagonizado, mayoritariamente, empresas y profesionales del mundo de la ingeniería, generando no pocas distorsiones.

Esta situación se ha ido superando, entre otras vías, con la profesionalización del arqueólogo especializado en Documentación Gráfica, que es capaz de conjugar los conocimientos técnicos esenciales de los SMCD con el conocimiento de la realidad arqueológica y de sus servidumbres.

En esta comunicación se presentan, a nivel de ejemplo, el caso de diversos proyectos realizados en Baleares (Archipiélago de Cabrera, Son Peretó de Manacor y Cova del Moli d'En Gaspar de Sineu) en donde se ha optado por la participación de arqueólogos especialistas en SCMD mostrando los problemas y dificultades encontradas así como las ventajas conseguidas y la bondad de sus resultados.

PALABRAS CLAVE: SMCD; Escáner láser; Fotogrametría digital; Profesionalización; Dibujo.

ABSTRACT

In the last decade there has been a revolution in the graphic documentation, the appearance of the SCMD (digital photogrammetry and laser scanner). These systems overcome the limitation of the traditional representing the three-dimensionality reality in two-dimensional support.

But all this potential is limited by its technical complexity. The SMCDs were developed and thought by and for engineers. This has caused the documentation work with SMCD in archeology to lead them to engineers and technicians, creating various types of problems.

This situation has been overcome with the professionalization of the archeologist in Graphic Documentation, which is able to combine the essential technical knowledge of the SMCD with the knowledge of the archaeological reality and its easements.

In this communication we present the case of various Balearic projects (Archipelago of Cabrera, Son Peretó de Manacor and Cova del Moli d'En Gaspar de Sineu). There, it has been chosen by the participation of specialist archeologists in SCMD showing the problems and difficulties encountered, as well as the advantages achieved and the goodness of its results.

KEY WORDS: MDAS; Laser scanner; Digital photogrammetry; Professionalization; Drawing.

4. DIBUJO Y REALIDAD VIRTUAL

INTRODUCCIÓN

Para ver hacia donde estamos andando hay que saber en dónde se está. Y no se puede saber dónde se está, sin saber de dónde se viene.

El dibujo arqueológico, tal y como lo conocemos, nace de una doble tradición y de una revolución.

La tradición se remonta a finales del siglo XV, en el momento en que el despertar del interés por los vestigios arquitectónicos de época clásica, sobre todo los situados en la ciudad de Roma, llevó a la necesidad de mostrar y entender esa arquitectura que se consideraba modélica y paradigmática.

Aparecieron, así, dos tipologías de dibujos claramente diferenciadas: el dibujo de carácter pictórico que serviría para mostrar esa realidad arquitectónica a quien no pudiese visitarla (auténticas postales), y el dibujo de carácter analítico que buscaba entender la quintaesencia de la arquitectura clásica. Para poderla, así, después, aplicarla a la arquitectura contemporánea. No en vano es en este momento histórico cuando se establece que el dibujo de los monumentos de época clásica forma parte esencial e ineludible de la formación de quien quiera llegar a ser arquitecto.

Figura 1. Codex Escurialensis (circa 1481) y planta del Panteon de Palladio (1570)

Así, desde Giuliano da Sangallo (1445-1516) hasta Choisy (1841-1909), cualquier arquitecto que se preciase aspiraba a poder dibujar arquitectura romana para conseguir una correcta y completa formación profesional. No en vano, tanto Alberti como, sobre todo, Palladio, quizás los tratadistas más influyentes en arquitectura hasta el siglo XX, postulan y verbalizan

esa necesidad de dibujar y documentar gráficamente, hasta la saciedad, los vestigios de época romana.

La figura más relevante de este momento es, sin duda alguna, Piranesi (1720-1778). Y lo es no tanto por la calidad de sus dibujos y “vedute” si no por su conceptualidad. Fue él de los primeros en usar líneas discontinuas para indicar la continuación de estructuras ocultas o desaparecidas, fue el primero en diferenciar claramente las líneas que indican la parte real conservada de las que marcan la parte restituída o supuesta. Y fue el primero en dedicarse a realizar sondeos arqueológicos en puntos determinados para poder entender el recorrido de tal o cual estructura. No en vano se le atribuye la paternidad de la frase “*disengo per capire, ma solo poso disegnarre quello che capisco*”, principio epistemológico de una contundente modernidad y que es (tendría que ser) completamente vigente.

La revolución aparece con Gaspard Monge y la publicación de su *Géométrie Descriptive* en el año 1798. Monge es conocido por ser el padre de la geometría descriptiva y el codificador e ideólogo de la proyección diédrica. Todo dibujo de carácter técnico que se realiza desde inicios del siglo XIX sigue sus postulados, ya que resuelve de forma eficaz y elegante el mayor problema al que se enfrenta cualquier dibujante: cómo representar en una superficie bidimensional una realidad que es tridimensional, manteniendo al mismo tiempo una correspondencia geométrica en las tres dimensiones espaciales. Su implementación es tan profunda que en arqueología se aplica de forma continua aunque no se sea consciente de su utilización. El sistema de representación planta-sección-alzado, o los típicos dibujos de materiales cerámicos siguen los preceptos definidos por Monge.

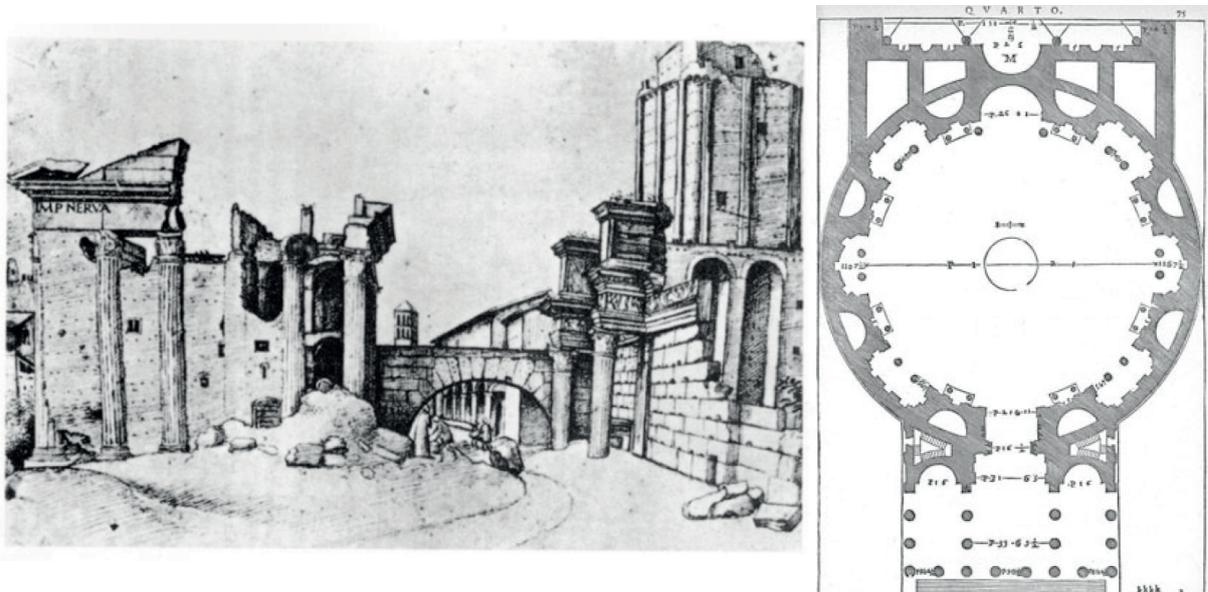


Figura 1. Codex Escurialensis (circa 1481) y planta del Panteon de Palladio (1570)

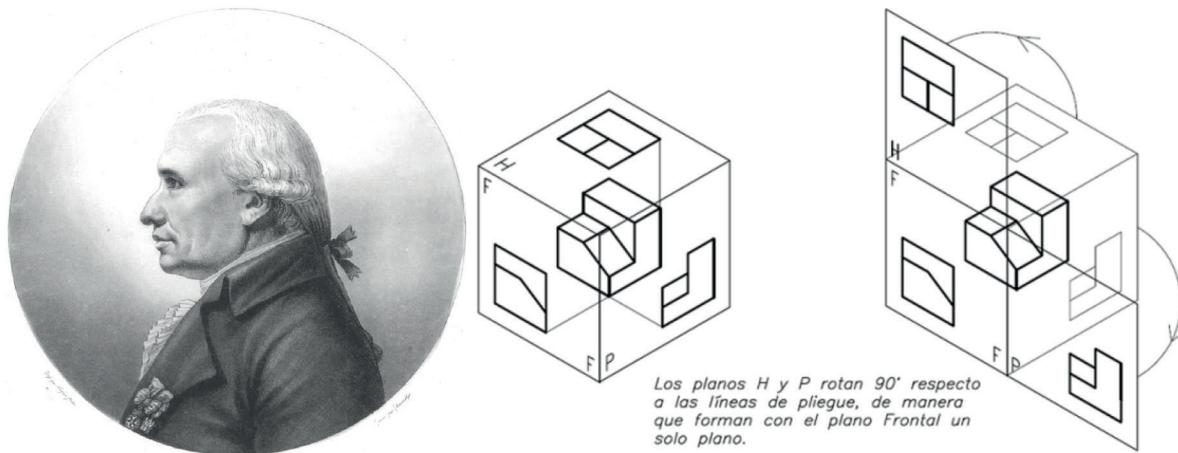


Figura 2. Gaspar Monge (1746-1818) y la proyección diédrica

Pero lo que no es tan sabido es el papel que jugó Monge en el nacimiento “oficial” de la arqueología como disciplina científica, ya que él fue el director de la expedición científica napoleónica a Egipto. Y fue él quien dirigió el grupo de sabios que determinó los parámetros de qué dibujar, el por qué y de cómo hacerlo, sentando las bases de la planimetría arqueológica de los siglos XIX y XX.

1.1. La 2ª Revolución. La aparición de los SCMD

Casi se puede asegurar que la documentación gráfica en arqueología, sobretodo la arquitectónica, prácticamente no ha evolucionado desde la época de Monge. En definitiva, conceptualmente, no hay apenas diferencia entre un dibujo arquitectónico-arqueológico de inicios del siglo XIX de uno de inicios del siglo XXI.

Pero el nacimiento del siglo actual vino acompañado con la aparición de una nueva tecnología que está destinada a revolucionar, en el sentido etimológico del término, el concepto mismo de la documentación gráfica. Y no únicamente en arqueología. Nos referimos a los Sistemas de Captura Masiva de Datos (SCMD), que son sistemas que, literalmente, digitalizan la realidad y pueden llegar a reconstruirla, virtualmente, de forma informática. Se consiguen así auténticos clones con una altísima correspondencia métrica y cromática.

Su gran virtud es que permiten, por primera vez en la historia, documentar directamente un objeto de forma tridimensional, sin usos de ningún tipo de subterfugio o reduccionismo. Los sistemas hasta ahora existentes, basados en el uso de perspectivas y proyecciones, implican renunciar a una parte considerable de la información disponible, pudiéndose representar solo una parte menor de la misma. Y su éxito depende, en gran medida, de la habilidad a la hora de escoger que parte de esa realidad aparecerá representada.

Los SCMD capturan la totalidad de esa realidad. Y permiten representarla, también de forma tridimensional, sea en una pantalla de ordenador (que simplemente genera una sensación de 3D), sea en una impresora 3D o, próximamente, en sistemas de recreación holográfica.

Por primera vez en la historia se puede capturar y representar el mundo 3D en 3D. Y replicarlo y transmitirlo hasta la saciedad.

Los SCMD, que básicamente son la fotogrametría digital y el escáner láser, son sistemas que nacen y se desarrollan en el mundo de la ingeniería. La primera aparece al conjugarse necesidades médicas de visualización del interior del cuerpo humano con el desarrollo del *remoting sense* para determinar orografías, tanto terrestres como de otros planetas. El segundo es la continuación natural del desarrollo tecnológico de la topografía terrestre, que del taquímetro óptico se pasó a los distanciómetros por impulsos ópticos, de este a la estación total robotizada hasta llegar al escáner láser.

Se ha de tener en cuenta que estos son sistemas pensados desde y para la ingeniería y que presentan altas exigencias formativas. No tanto en el uso del instrumental como, sobre todo, en el uso del programario informático que sirve para generar y procesar los datos obtenidos con los SCMD.

Esta necesidad de un aprendizaje intenso y el hecho de que este no esté programado dentro del sistema formativo del colectivo arqueológico ha determinado que, en nuestro entorno profesional, se delegue a ingenieros y técnicos la aplicación de los SCMD en la arqueología y el patrimonio histórico.

En un estudio realizado el año 2015 (Puche 2016a) se pudieron contabilizar 44 entes (sean empresas, institutos o departamentos) que realicen trabajos de

4. DIBUJO Y REALIDAD VIRTUAL

documentación del patrimonio histórico utilizando SCMD. De estas, 38 son ingenierías o similares.

Con esto se puede llegar a afirmar que el 86% de la documentación gráfica en arqueología, usando las nuevas tecnologías, está dirigida y realizada por ingenieros y técnicos, lo que ha comportado la *ingenierización* de la documentación gráfica en arqueología.

1.2. La ingenierización de la documentación gráfica en Arqueología

La preponderancia de ingenieros y técnicos en la documentación gráfica en arqueología ha asegurado la correcta realización técnica de estos trabajos, aspecto importante si se considera la complejidad de su ejecución.

No obstante no hay que olvidar que los intereses propios de un *ingeniero* son radicalmente diversos de los de un arqueólogo. A un ingeniero se le forma, entre otras cosas, para conseguir una máxima exactitud y optimización en su trabajo. Mientras que a un arqueólogo se le forma para que sea capaz de entender una sociedad que ya ha desaparecido.

Esta divergencia se visualiza en los aspectos que cada uno de estos colectivos enfatiza. Así, en el caso que nos ocupa y preocupa, los ingenieros hacen hincapié en la exactitud métrica de sus trabajos y en la correspondencia métrica del resultado obtenido. Y, como derivada, en la bondad de la tecnología que se aplica.

En un estudio bibliométrico publicado en el 2016 (Puche 2016b, p 197), sobre las publicaciones en revistas de ámbito arqueológico y patrimonio/histórico que muestran el uso de SCMD, se pudo determinar que el 70% de la extensión de estos trabajos se centraban en la descripción de cómo se había realizado la documentación, contra un 8% que explicaba el post-proceso de los datos obtenidos. Y sólo un 5% se dedicaba a las conclusiones que se habían extraído.

Sorprende la relación 70%-8% entre la descripción de los trabajos de documentación y los trabajos de post-proceso ya que la práctica determina que una hora de trabajo de obtención de datos pueden llegar a representar días, e incluso semanas según qué casos, de trabajo de post-proceso y elaboración de las mismas.

La *ingenierización* de los SCMD actualmente comportan, de forma genérica, trabajos de alta calidad técnica pero escaso rendimiento filológico, detectándose tanto una abundancia del uso per se de las nuevas tecnologías (sin una reflexión epistemológica previa) como un escaso interés en desarrollar procesos de explotación de los datos obtenidos que sean óptimos

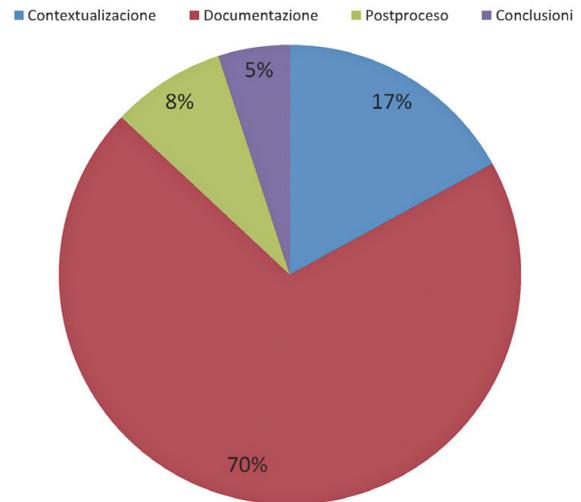


Figura 3. Distribución temática en las publicaciones sobre SCMD

y adaptados a las necesidades propias de la arqueología y el patrimonio histórico.

En resumen, actualmente se puede asegurar que en los trabajos de documentación gráfica con los SCMD, hay una generalización del predominio del uso de la herramienta sobre el interés del objeto de estudio.

2. EL EJEMPLO DE LAS ISLAS BALEARES

En este trabajo se procederá a analizar el uso de los SCMD en tres proyectos arqueológicos ejecutados en las Islas Baleares, uno en el Archipiélago de Cabrera y dos en Mallorca (Manacor i Sineu).

Estos tres proyectos, de carácter plurianual, presentan en común, entre otros aspectos, la realización de una reflexión previa de cuáles tendrían que ser los parámetros en los que enmarcar la documentación gráfica. Se pretendía intentar definir, ya desde el inicio de cada proyecto, tanto el objetivo último de esa documentación (por qué se documenta gráficamente, qué se pretende conseguir con esa documentación gráfica), como las necesidades que se generarán.

Se determinó que se necesitaba una “buena” documentación gráfica, entendiendo el concepto de bondad dentro de parámetros filológicos. Es decir, que se deseaba que la planimetría generada sirviese para explicar y entender la totalidad de las estructuras que fuesen apareciendo. La bondad geométrica pasaba a un segundo plano jerárquico, lo que no implicaba renunciar a la exactitud métrica. Simplemente se valoró que primase la claridad sobre la precisión.

Se fue consciente de la necesidad de utilizar profesionales ambivalentes, es decir, de sujetos



Figura 4. Situación de los yacimientos estudiados

con amplios conocimientos en arqueología y con competencias contrastadas en SCMD. Así se aseguraba un diálogo claro en el interior del equipo, la capacidad de actualizar las previsiones reales de las necesidades que generaban las excavaciones, así como poder determinar las nuevas potencialidades que se fuesen desarrollando al entorno de los SCMD a fin de mejorar la calidad de la documentación gráfica que se generase.

Todo esto condicionado con la posibilidad de recursos económicos limitados lo que llevó, en algunos momentos, a realizar una documentación *low cost*, sin por ello rebajar el nivel de exigencia de su calidad. No hay que olvidar que el carácter insular tanto de Mallorca como, sobre todo de Cabrera, hace encarecer el acceso a determinados servicios y dificulta, a nivel logístico, la adquisición y uso de determinado instrumental.

Por fortuna se partía de una participación previa coordinada, en otros proyectos, con otros profesionales del dibujo arqueológico y de la topografía.

Aquí sería de remarcar la experiencia adquirida en las excavaciones del Monasterio Bizantino de Cabrera, que al ser un proyecto de larga duración fue testigo de la evolución tecnológica sufrida por la documentación gráfica en arqueología a lo largo de todo este siglo, permitiendo a todo el equipo ser consciente de los retos, dificultades y posibilidades que esta iba generando (Puche 2013).

El otro punto de partida fue la colaboración con el Institut Català d'Arqueologia Clàssica, en concreto con su Unidad de Documentación Gráfica. Esta fue creada en el año 2005 con la triple finalidad de dar servicio de documentación gráfica en arqueología (tanto a

proyectos internos del Instituto como a externos que lo solicitasen), investigar y explorar las nuevas tecnologías de documentación, desarrollando nuevas metodologías de trabajo, y exponer las conclusiones de sus experiencias mediante la docencia avanzada.

Esta participación ha sido fundamental, ya que permitió usar los diferentes proyectos de las Baleares como un banco de pruebas de las nuevas metodologías de trabajo que se han ido desarrollando y testando (Solà-Morales 2014 *et alii*, Puche *et alii* 2015, Lluís *et alii* 2016, Barradas *et alii* 2017). Un banco de pruebas condicionado con la necesidad de obtener resultados positivos y, sobre todo, útiles a los fines que perseguía cada proyecto.

2.1. Trabajos realizados

En los tres proyectos, de forma adaptada a las exigencias propias y singulares de cada uno de ellos se han utilizado diversas metodologías de trabajo, normalmente de forma combinada y complementándose unas con otras.

Así se ha utilizado la topografía clásica con el uso de estaciones totales. Este ha sido uno de los primeros instrumentos en ser utilizado, conjuntamente con el nivel óptico, y que, a pesar de la aparición de nuevo instrumental, aún continúa siendo vigente y, a menudo, insustituible. La estación total permite, de forma rápida y fiable, posicionar en cualquier situación y medio, los puntos de referencia necesarios, ya sean de apoyo a otras metodologías de trabajo, ya sea para la realización directa de planimetrías.

Siempre dentro de la topografía clásica, se ha utilizado también el GPS Diferencial. Básicamente para georeferenciar puntos o elementos que servirían de referencia a los trabajos de documentación gráfica. En aquellos casos en donde la cobertura vegetal o la proximidad de obstáculos lo permitieron se utilizó como sustituto de la estación total.

Es cierto que con un GPS diferencial, actualmente, se consiguen precisiones cercanas a los 2 cm., siendo las estaciones totales mucho más precisas. No obstante, ese error es perfectamente asumible en el campo de la arqueología, en donde las escalas de dibujo de referencia son 1/20 y 1/50, con lo que errores, no acumulativos, de 2 o 5 cm. quedan perfectamente absorbidos.

En un segundo momento, sobre todo a partir de la segunda decena del presente siglo, se utilizó la fotogrametría digital terrestre. Con esta se posibilitaba obtener proyecciones fotogramétricas verticales y horizontales a gran escala (1/20 y 1/50) lo que aceleró el proceso de dibujo detallado del piedra a piedra. Posteriormente se utilizó, también, para generar modelos 3D con los cuales mostrar, virtualmente, el yacimiento y ayudar a generar secciones y cortes.

4. DIBUJO Y REALIDAD VIRTUAL



Figura 5 Diferentes trabajos de documentación gráfica

En Sineu, a causa de la complejidad geométrica de la cueva estudiada, se utilizó un escáner láser, lo que permitió generar un modelo 3D de la misma, a una resolución centimétrica.

Y, finalmente, en Manacor, se han utilizado drones para realizar vuelos fotogramétricos de baja cota con lo que se han podido obtener plantas fotogramétricas de los yacimientos interesados.

En la medida de lo posible todos estos trabajos, pero sobretodo los relacionados con la fotogrametría y el escáner láser, se han procesado informáticamente in situ, lo que ha garantizado una correcta correlación entre la realidad y las imágenes y planimetría generada. Procesar en el mismo lugar permite realizar todas aquellas comprobaciones y lecturas detalladas que cualquier planimetría reclama y con una seguridad y fiabilidad difíciles de superar.

El uso de estas tecnologías no ha ido en menoscabo del dibujo tradicional a mano. Este, a pesar de sus limitaciones y de que sea una metodología de lenta ejecución, aun es imbatible a la hora de realizar una correcta lectura filológica de los elementos a documentar. A menudo se combinan diversas metodologías, sobretodo la fotogrametría terrestre con



Figura 6. Procesado informático in situ



Figura 7. Dibujo tradicional a mano

el dibujo manual, con lo que se consigue la precisión y bondad lectora de este último pero con un ahorro significativo de tiempo, que puede llegar a ser $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{5}$ del empleado en el dibujo a mano tradicional.

2.2. Resultados obtenidos

Los datos obtenidos con todos los diversos sistemas utilizados han permitido generar una planimetría de buena calidad y rigurosa. Es decir, una planimetría con una exactitud métrica contrastada que se sitúa por debajo de los 2 cm y que contiene un discurso narrativo que explica aquello que está documentado y las relaciones, espaciales y temporales, que se inscriben en él.

En definitiva, se ha obtenido una documentación útil que sirve para explicar y entender los yacimientos en donde se ha intervenido.

Además, se han ensayado diversas formas de expresión que complementen la visión “tradicional” que nos da el uso de la proyección diédrica. Se buscaba tanto crear objetos con un determinado valor estético que hiciese su lectura más agradable (muy útil en publicaciones divulgativas) pero también mostrar, o explicar, determinados elementos o fenómenos difíciles de entender con otras formas de expresión gráfica.

Finalmente, se quiere remarcar que, de forma intencionada, no se ha querido renunciar a la expresividad del dibujo arqueológico “tradicional”, ya que este continúa siendo perfectamente válido, y está contrastado con más de 200 años de experiencia.

Es cierto que los SCMD, y las nuevas formas de expresión que conllevan, superan las limitaciones inherentes en el sistema de representación diédrica. Pero superar no implica anular.

La proyección diédrica continúa siendo un método idóneo para explicar y entender gráficamente una

realidad determinada. Los SCMD lo único que hacen es simplificar y acelerar el proceso de toma de datos y generar nuevos productos gráficos que complementan los generados de forma “tradicional”.

Como ya se ha explicado en anteriores trabajos (Puche 2016), los SCMD no han matado el dibujo arqueológico. Simplemente lo han ampliado y han conseguido llevarlo más allá de donde se podría imaginar tan sólo hace una década.

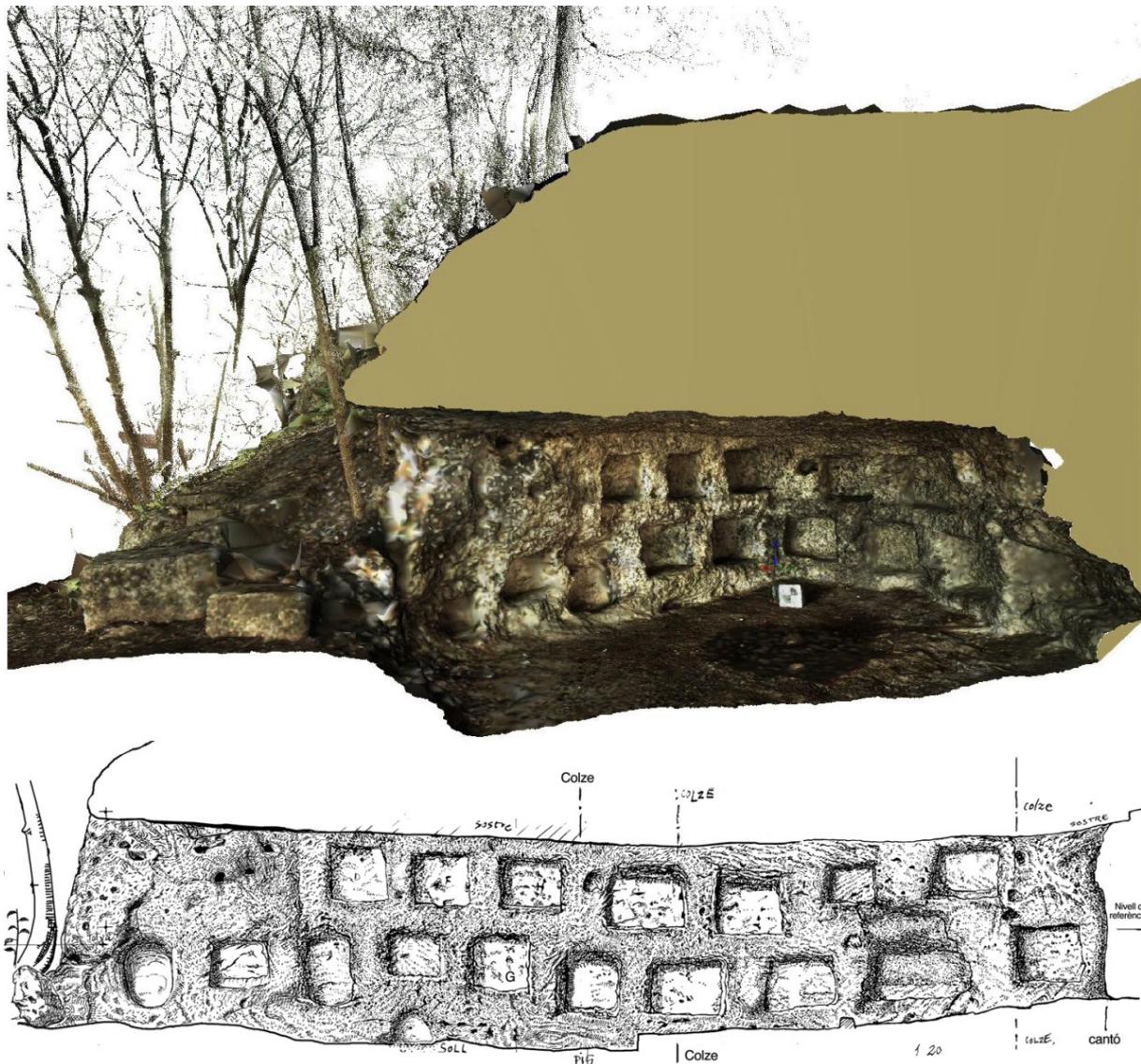


Figura 8. Imagen Escáner Láser y dibujo arqueológico final

4. DIBUJO Y REALIDAD VIRTUAL

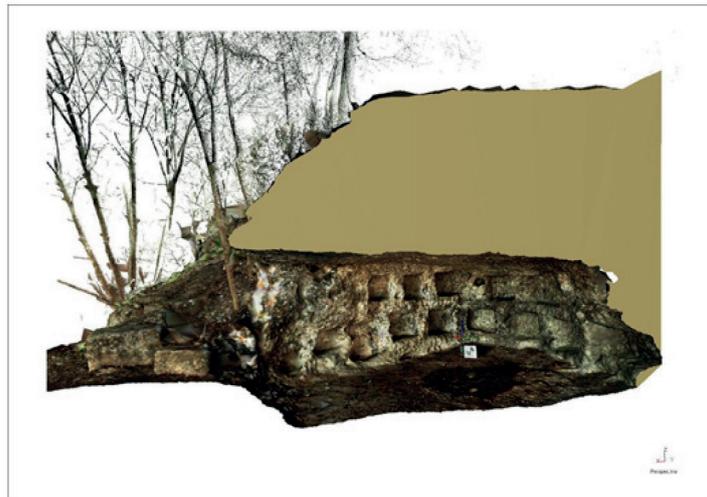
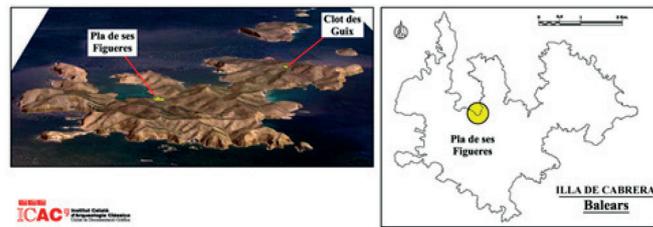


Figura 9. Nuevas formas de expresión gráfica

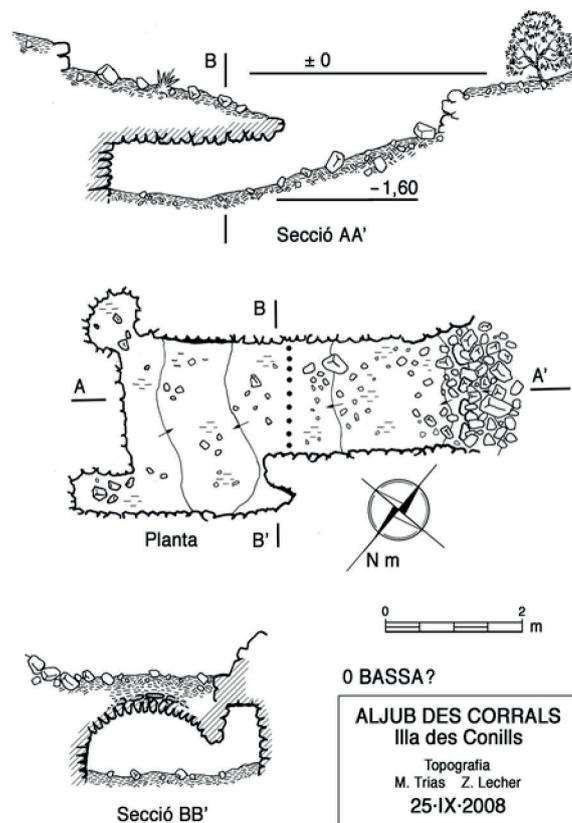


Figura 10. Dibujo arqueológico "tradicional"
 Autor: Miquel Trias)

3. CONCLUSIONES

A nivel de la profesionalización del dibujo arqueológico usando los SCMD, la experiencia de Baleares nos ha llevado a la conclusión de que la documentación gráfica en arqueología en el siglo XXI pasa, sí o sí, por la profesionalización del arqueólogo dibujante.

Un arqueólogo dibujante que ha de ser un profesional con competencias en SCMD, que sea capaz de desenvolverse dentro de un entorno tecnológico avanzado y complejo, pero que, sobre todo, ha de tener amplias competencias en arqueología. Que sea consciente y conocedor de aquello que está documentando y dibujando. Y que sea capaz de mantener un diálogo constante con el grupo de trabajo, ya que hoy en día, más que nunca, el trabajo arqueológico sólo se entiende desde una perspectiva colectiva e interdisciplinaria.

Parfraseando a Goethe, sólo se ve aquello que se conoce. En conclusión para dibujar bien hay que saber mirar bien y sólo quien sabe de arqueología, aquel que tiene una buena formación en arqueología, es capaz de visualizar la faceta arqueológica de una realidad determinada.

Los conocimientos técnicos únicamente le darán la posibilidad de usar una tecnología determinada, lo que le tiene que facilitar y ampliar su capacidad de expresar aquello que ha visto y entendido.

Los SCMD dan a la arqueología una herramienta muy potente y con un potencial aún por explotar. Pero utilizar estas herramientas, por muy poderosas que sean, sin saber ver es ir a ciegas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barradas, R., J.M. Puche y P. Solà-Morales (2017): *Unveiling the past with reality capture*. Reporter num. 78.
- Puche, J.M. (2013): *La documentació gràfica al projecte de recuperació, consolidació i museïtzació del monestir bizanti de l'illa de Cabrera*. V Jornades d'arqueologia de les Illes Balears (Palma 28-30 de setembre de 2012), pp. 315-323.
- Puche, J.M. (2016a): *Ars Sine Scientia Nihil Est. Nous fonaments per a una vella praxi. Dibuixar l'arquitectura en arqueologia*. Tesis Doctoral UAB.
- Puche, J.M. (2016b): *Al di là della morte del disegno archeologico. I Massive Data Acquisition Systems (MDAS) in archeologia* a *Archeologia e Calcolatori* 26, pp. 189-208.
- Puche, J.M., J.M. Macias, P. Solà-Morales y J.M. Toldrà (2016): *Reflections on two drawings of scipios' tower in Tarragona. The paradox of archaeological drawing conceptuality*. *Revista de Expressión Gráfica en Arqueología* nun. 25. pp. 158-167.
- Solà-Morales, P., J.M. Toldrà, J.M. Puche y J.M. Macias (2014): *Redrawing Tarraco*. XII International Forum Le Vie dei Mercanti. Best practice in heritage conservation management. Capri 12-14 junio 2014. pp. 145-155.

NOTAS ACLARATORIAS

¹ Hasta ahora los únicos sistemas de recreación 3D eran la escultura y las maquetas, que tenían la limitación de ser objetos unívocos y con una muy limitada capacidad de ser replicados.

² En este cómputo no se incluyen los autónomos o profesionales que van por libre. Se calcula que estos 44 entes han realizado entre un 85 y un 90% de los trabajos de documentación con SCMD en patrimonio histórico.

³ Para abreviar a partir de este momento consideramos, dentro de la voz ingeniero, tanto los ingenieros en si como los técnicos especializados.

⁴ Proyecto de Recuperación, consolidación y musealización del monasterio bizantino de Cabrera, coordinado desde el Ajuntament de Palma y financiado por dicha institución y por el Ministerio de Medio Ambiente.

⁵ Proyecto de Excavación, consolidación, adecuación y preparación para las visitas del yacimiento de la Antigüedad Tardía de Son Peretó de Manacor, coordinado desde el Museu d'Història de Manacor, y financiado por el Ajuntament de Manacor i el Consell de Mallorca.

⁶ Proyecto de investigación arqueológica de la Cueva del Molí d'En Gaspar de ses Cases Noves de Sineu, coordinado desde el Ajuntament de Sineu y financiado por dicha institución y el Consell de Mallorca.

⁷ El primero en iniciarse fue el de Cabrera, en 2001 y el último el de Sineu, que se inició en 2014. Los tres proyectos, actualmente, aún están en activo.