

PLA DE NADAL

(Ribarroja del Túria)

EL PALACIO DE TEVDINIR

Albert Ribera (coordinador)

Rafael Barroso, Isabel Escrivà, Empar Juan, Josep M. Macias,
Jorge Morín, Josep M. Puche, Miquel Rosselló, Isabel Sánchez

Coordinación

ALBERT RIBERA I LACOMBA

Textos:

RAFAEL BARROSO, EMPAR JUAN, JOSEP M. MACIAS,
JORGE MORÍN, JOSEP M. PUCHE, ALBERT RIBERA, MIQUEL ROSSELLÓ,
ISABEL SANCHEZ,

Infografía:

ARQUITECTURA VIRTUAL, JOSÉ JULIO MARÍN, ALFREDO SANTONJA

Documentación infográfica:

ISABEL ESCRIVÀ, ALBERT RIBERA, MIQUEL ROSSELLÓ

Fotos:

EMPAR JUAN, MUSEO DE PREHISTORIA DE LA DIPUTACIÓN DE VALENCIA,
SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA MUNICIPAL (SIAM), AUTORES.

Colaboración:

MUSEO DE PREHISTORIA DE LA DIPUTACIÓN DE VALENCIA;
SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA MUNICIPAL (AJUNTAMENT DE VALÈNCIA);
INSTITUT CATALÀ D'ARQUEOLOGIA CLÀSSICA, TARRAGONA;
AUDITORES DE MEDIO AMBIENTE (AUDEMA), MADRID,
CLAVE - FERROS VILAMARXANT, VILAMARXANT (VALENCIA).

ISBN: 978-84-606-5703-3

Depósito legal: V-370-2015

Imprime:

GRÁFICAS PAPALLONA, SDAD. COOP. V.
www.graficaspapallona.com



AJUNTAMENT DE VALÈNCIA

ICAC
Institut Català
d'Arqueologia Clàssica

auDEMA
AUDITORES DE ENERGÍA
Y MEDIO AMBIENTE S.A.



CLAVE

El levantamiento escáner-láser

JOSEP M. MACIAS SOLÉ Y JOSEP M. PUCHE FONTANILLES

Institut Català d'Arqueologia Clàssica

En el curso del proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad HAR2012-36963-C05-03, se ha procedido a la documentación tridimensional del yacimiento del Pla de Nadal mediante un escáner láser C5 de Leica. Se trata de un escáner de tiempo de vuelo y bóveda de captura completa que incorpora de forma íntegra imágenes fotográficas. En este caso estaba equipado con una cámara Canon EOS 60D provista de un objetivo 8 mm.

Uno de los principales objetivos de este proyecto de I+D+I es la actualización de la documentación gráfica de los principales edificios tardo romanos y visigodos del antiguo *conventus Tarracensis*. De este modo, entre los años 2013 y 2015 se efectuó la documentación de espacios significativos de las ciudades de Tarragona, Valencia, Barcelona, Terrassa, Guissona, además de los yacimientos rurales de Sant Julià de Ramís y el Pla de Nadal. Con ello se pretende disponer de un corpus gráfico que incida en el desarrollo de estudios ligados a la Arqueología de la Arquitectura y de la Construcción.

Esta intervención ha permitido documentar y analizar el Pla de Nadal en su realidad arquitectónica y desde una perspectiva tridimensional. Todo

edificio representa un volumen integrado por estructuras murarias y espacios intermedios y con esta actuación se superan o actualizan las limitaciones presentes en la documentación gráfica y/o topográfica del conjunto, constreñidas a representaciones bidimensionales (plantas, secciones y alzados) o propuestas axonométricas. Esto ha sido una constante en lo referente a la representación gráfica, no solo técnica sino incluso artística. La generación de las diferentes teorías generatrices de perspectivas y proyecciones son intentos de superar esta dificultad y de representar, con mayor o menor precisión, la realidad tridimensional sobre una superficie bidimensional. Pero no dejan de ser subterfugios, o recursos visuales plenamente aceptados.

Evidentemente, el Pla de Nadal no constituye un caso único. El desarrollo metodológico y científico está propiciando la aplicación de estos medios en nuevos y antiguos edificios y yacimientos. De este modo, el análisis arqueológico puede superar las simplificaciones bidimensionales y percibir, al mismo tiempo que documenta,



Trabajo de campo.



Planta general del Pla de Nadal indicando posicionamiento del escáner.

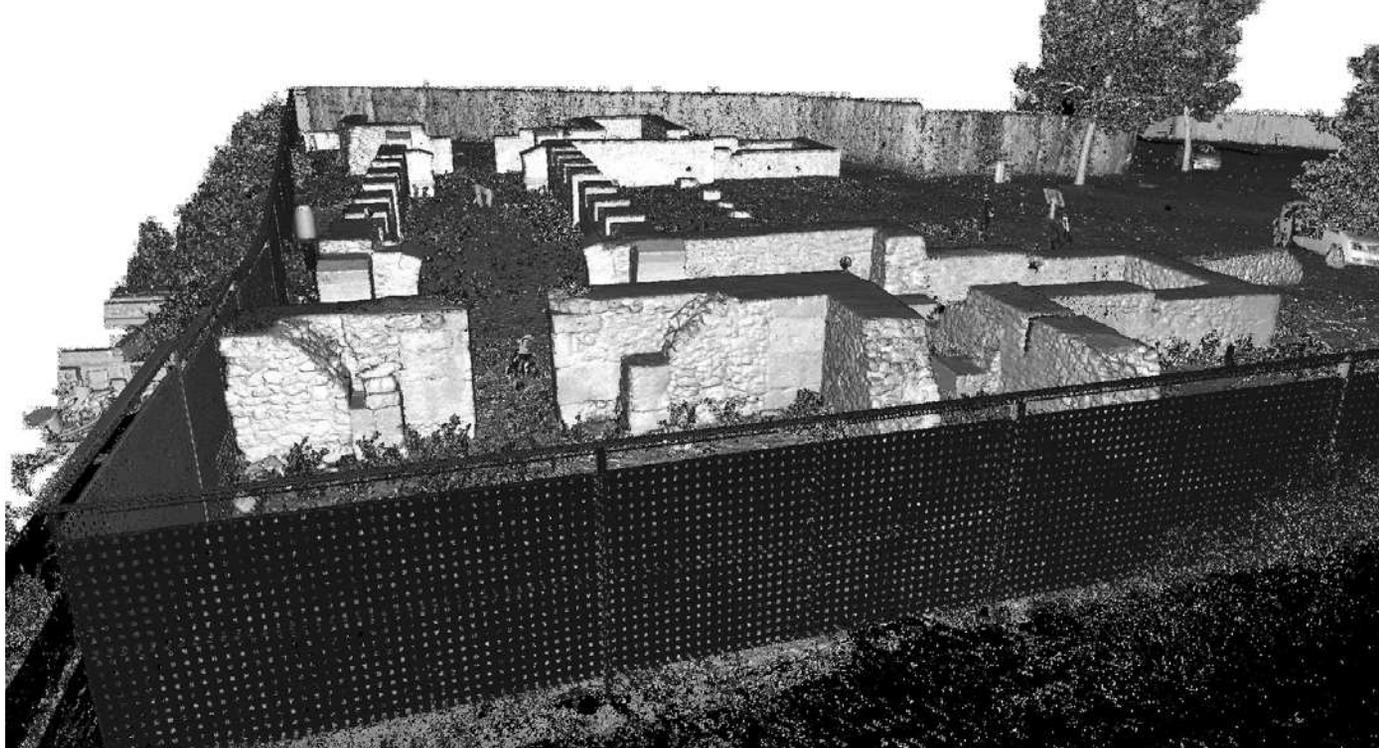
el espacio organizado y estructurado. Así, la aparición y generalización de los SCMD (Sistemas de Captura Masiva de Datos) a inicios del presente siglo representa el punto de inflexión en la evolución de los sistemas de documentación y representación del Patrimonio Arquitectónico. Estos sistemas, también conocidos como Sistemas de Ingeniería Inversa, son capaces de generar auténticos clones de la realidad. Crean modelos tridimensionales digitales que permiten visualizar recreaciones de la realidad en 360° y, obviamente, analizarlos en toda su totalidad geométrica.

Superados los momentos iniciales en que el volumen y la complejidad de la documentación digital generada ralentizaban la capacidad de gestión y aplicación de estos modelos, a nivel informático y evidentemente arqueológico, la fotogrametría digital y el escáner láser constituyen hoy herramientas plenamente implementadas. En el primer caso, se consiguen los modelos tridimensionales a partir de la superposición y georreferenciación de fotografías digitales, mientras que en el segundo, éstos se consiguen mediante el barrido de las superficies a partir de un rayo láser que, interactuando entre el aparato emisor y la respuesta tras rebotar en el objeto analizado, establece su posición espacial.

En el momento de plantear la documentación del Pla de Nadal, se dio prioridad a la documentación global, considerando la totalidad del volumen edificado conservado, donde el elevado índice de la

restauración arquitectónica de sus paramentos no justificaba inicialmente una documentación fotogramétrica. Además, tratándose de una estructura situada al aire libre aislada en el campo, se optó por el uso del escáner láser debido a la capacidad de ejecutar velozmente un levantamiento topográfico. En caso de optar por la fotogrametría digital, la falta de control de la luminosidad y la existencia de zonas sobreexpuestas a la luz solar, coexistiendo con otras en zonas de sombra o penumbra, hubieran requerido una actuación más compleja en la captura y procesado de imágenes, como suele ocurrir en los edificios de medio urbano.

En total, se realizaron 24 estacionamientos que cubrieron la totalidad del espacio ocupado por el edificio, eliminando los ángulos muertos y las zonas oscuras. Se trabajó a una resolución media (1 punto por cm. a los 10 m.) estacionándose en puntos con distancias, respecto los paramentos más próximos, siempre inferiores a los 3 metros. Esto, junto a la redundancia creada por la superposición de zonas escaneadas desde diferentes estacionamientos, ha generado un documento con una resolución media de 1 punto cada 0,006 m. Cada uno de ellos, además de su posicionamiento en X, Y, Z, incorpora el color real en RGB, su valor de reflectancia y el vector de in-



▲ Imagen tridimensional aleatoria de la nube de puntos resultantes.

▼ Vista desde el Oeste.



cidencia. Todos estos datos asociados a cada punto singular, amplían la información obtenida del modelo más allá de la puramente geométrica, lo que implica un amplio abanico de posibilidades extras de estudio y análisis.

En total se han capturado 1241479.975 puntos, sin contar con los obtenidos accidentalmente y situados fuera de nuestra área de interés. La gestión de los estacionamientos, su registro y depuración en los casos necesarios, se ha realizado con el programa *Cyclone*, de Leica, un software de tratamiento de nubes de puntos que ha posibilitado la obtención de un modelo único, depurado y libre de ruido, con un encaje medio de 0,002 m. de los diferentes estacionamientos. Este modelo único de nubes de puntos se ha procesado, posteriormente, con *3D reshaper* con el que se ha mallado, permitiendo, entre otras cosas, la realización de plantas, secciones y alzados.

Tras esta actuación somos conscientes que el desarrollo progresivo de estas técnicas permitirá avanzar en la reproducción digital de la realidad arquitectónica del yacimiento, conformada por muros originales reconstruidos a una altura homogénea. El hecho de disponer de un modelo en 3d abre diversas posibilidades de explotación de este documento gráfico, tanto en el aspecto científico como, sobre todo, en el de divulgación. Además, el modelo 3d es una herramienta inmejorable que facilita los estudios de las estructuras, posibilitando entender mejor los procesos constructivos como las posibles lesiones o modificaciones que hayan tenido a lo largo de su vida. Sin olvidar su utilización en dispositivos móviles o en entornos web, lo que lo convierte en una potente herramienta divulgativa.