

# Artistic Expressions in Maya Architecture: Analysis and Documentation Techniques

Expresiones artísticas en la arquitectura maya:  
Técnicas de análisis y documentación

Edited by

Cristina Vidal Lorenzo  
Gaspar Muñoz Cosme

BAR International Series 2693

2014



Published by

Archaeopress  
Publishers of British Archaeological Reports  
Gordon House  
276 Banbury Road  
Oxford OX2 7ED  
England  
bar@archaeopress.com  
www.archaeopress.com

BAR 2693

*Artistic Expressions in Maya Architecture: Analysis and Documentation Techniques*  
*Expresiones artísticas en la arquitectura maya: Técnicas de análisis y documentación*

© Archaeopress and the individual authors 2014

ISBN 978 1 4073 1340 5

Printed in England by Information Press, Oxford

All BAR titles are available from:

Hadrian Books Ltd  
122 Banbury Road  
Oxford  
OX2 7BP  
England  
www.hadrianbooks.co.uk

The current BAR catalogue with details of all titles in print, prices and means of payment is available free from Hadrian Books or may be downloaded from [www.archaeopress.com](http://www.archaeopress.com)



**Editors*****Editores***

Cristina Vidal Lorenzo

Gaspar Muñoz Cosme

**Coordination and  
layout design*****Coordinación y maquetación***

Núria Feliu Beltrán

**Artistic expressions in Maya architecture. Analysis and documentation techniques**

All the book chapters were submitted to a peer review process.

***Expresiones artísticas en la arquitectura maya. Técnicas de análisis y documentación***

*Todos los capítulos de este libro han sido sometidos a revisión por pares.*

**Acknowledgements**

The editors would like to express their deepest gratitude to the authors for their original contributions. They are also thankful to the anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions to improve the quality of this publication. They would also like to thank Núria Feliu Beltrán for her technical support and diligent work to produce this book.

**Agradecimientos**

Los editores expresan su profundo agradecimiento a los autores por sus originales contribuciones, así como a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar la calidad de esta publicación. Agradecen también a Núria Feliu Beltrán por su apoyo técnico y diligente trabajo en la elaboración de este libro.

**CONTENTS**  
**ÍNDICE**

<b>1</b>		
<b>A new look at Maya Art and Architecture</b>	<b>9</b>	
<i>Cristina Vidal Lorenzo and Gaspar Muñoz Cosme</i>		
<b>2</b>		
<b>Grafitos Mayas, una base de datos internacional</b>	<b>15</b>	
<i>Gaspar Muñoz Cosme y Cristina Vidal Lorenzo</i>		
<b>3</b>		
<b>Ancient Maya Graffiti at Kakab, Yucatán, México</b>	<b>21</b>	
<i>Karl Herbert Mayer</i>		
<b>4</b>		
<b>El arte privado de una casa maya. Los grafitos de Tz'ibatnah, Petén, Guatemala</b>	<b>33</b>	
<i>Milan Kováč</i>		
<b>5</b>		
<b>Maya graffiti in a wider cultural and geographic context</b>	<b>45</b>	
<i>Jaroslav Žralka</i>		
<b>6</b>		
<b>Las nuevas tecnologías de recreación virtual como herramientas de investigación y difusión cultural</b>	<b>59</b>	
<i>Andrea Peiró Vitoria y Nuria Matarredona Desantes</i>		
<b>7</b>		
<b>«Monstruos familiares» en la arquitectura maya de Yucatán</b>	<b>71</b>	
<i>Miguel Rivera Dorado</i>		

<b>8</b>	<b>Métodos avanzados para el análisis y documentación de la arqueología y arquitectura maya: los «mascarones» de Chilonché y La Blanca</b>	77
	<i>Cristina Vidal Lorenzo y Gaspar Muñoz Cosme</i>	
<b>9</b>	<b>Aplicación de técnicas fotogramétricas en el estudio de la arquitectura maya</b>	93
	<i>Manuel May Castillo y Beatriz Martín Domínguez</i>	
<b>10</b>	<b>Cuando los muros hablan: observaciones y desafíos en Río Bec</b>	109
	<i>Luisa Straulino Mainou, Dominique Michelet, Julie Patrois, Nicolas Latsanopoulos, Yareli Jáidar y Emyly González Gómez</i>	
<b>11</b>	<b>Iconografía y secuencia estilística de las cresterías en la micro-región de Río Bec</b>	127
	<i>Julie Patrois y Philippe Nondédéo</i>	
<b>12</b>	<b>Vida, muerte y renacimiento de un mascarón. Interpretación, conservación y revitalización de las decoraciones monumentales del Grupo H Norte de Uaxactún, Petén, Guatemala</b>	155
	<i>Milan Kováč, Alice Desprat y Edy Barrios</i>	
<b>13</b>	<b>The role of New Technology in the study of Maya mural painting: over a century of progress</b>	167
	<i>María Luisa Vázquez de Ágredos Pascual, Cristina Vidal Lorenzo and Gaspar Muñoz Cosme.</i>	
<b>14</b>	<b>Maya Blue (“Maya Green” and “Maya Yellow”): New Insights into the Maya Blue Technology</b>	181
	<i>Antonio Doménech Carbó, M<sup>a</sup> Teresa Doménech Carbó, Cristina Vidal Lorenzo and M<sup>a</sup> Luisa Vázquez de Ágredos Pascual</i>	

# Las nuevas tecnologías de recreación virtual como herramientas de investigación y difusión cultural

**Andrea Peiró Vitoria**

**Nuria Matarredona Desantes**

Instituto de Restauración del Patrimonio

Universidad Politécnica de Valencia

**Resumen:** *Tras diez años de investigaciones en La Blanca (Petén, Guatemala), los datos obtenidos y analizados por el equipo de trabajo interdisciplinar del Proyecto La Blanca han permitido realizar una reconstrucción ideal de los espacios construidos, con la localización exacta de los distintos grafitos ya registrados y digitalizados en los planos del levantamiento arquitectónico. En este trabajo se presenta la metodología empleada para la recreación de la visita virtual del cuarto 4 del palacio 6J2 de La Blanca, de donde proceden algunos de los grafitos más representativos de su monumental Acrópolis. A través de este recurso se puede contemplar tanto lo existente como lo idealmente reconstruido, permitiendo así que el visitante obtenga una visión más completa de la realidad del sitio arqueológico y de su historia. Estas nuevas tecnologías constituyen, por tanto, una herramienta muy importante de apoyo a la investigación y a la difusión del conocimiento sobre la cultura maya.*

**Abstract:** *After ten years of research at La Blanca (Petén, Guatemala), the data obtained and analysed by the interdisciplinary team working on La Blanca Project has made it possible to form a reconstruction of the architectural areas, with the precise location of the different graffiti already recorded and digitalised on architectural survey plans. This paper presents the methodology employed for a reconstructed virtual tour of room 4 at palace 6J2 of La Blanca, containing some of the most representative examples of graffiti of the monumental Acropolis. This virtual tour allows the viewer to examine both existing and ideally reconstructed elements in order to gain a more comprehensive view of the archaeological site and its history. These new technologies subsequently serve as a very important aid to research and diffusion of Maya culture.*

## Introducción

Las manifestaciones artísticas vinculadas con la arquitectura maya son numerosas. Entre ellas cabe destacar las representaciones incisas o pintadas en los muros que denominamos grafitos. A pesar de que durante mucho tiempo apenas se les prestó atención por considerarse demasiado espontáneas y de calidad relativa, hoy hay plena consciencia de la gran cantidad de información que su estudio aporta al conocimiento de esta cultura.

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, su descubrimiento ha implicado el inicio de una carrera hacia su progresiva desaparición. La inicial falta de interés que suscitaron en el ámbito científico no promovió que fueran objeto de un estudio pormenorizado ni de una adecuada protección, sino que más bien se relegaron a un segundo plano, quedando abandonados tras salir a la luz. Estos trazos, que ya de por sí presentan una elevada fragilidad material, son especialmente sensibles a las nuevas condiciones a las que se enfrentan al exponerse a la luz

tras haber permanecido ocultos durante cientos de años, viéndose sometidos a infinidad de agentes erosivos que los condenan al olvido<sup>1</sup>.

Durante las excavaciones arqueológicas, la vulnerabilidad de estos motivos artísticos implica un esfuerzo adicional para su protección, de ahí que sea imprescindible la aplicación de técnicas innovadoras que favorezcan su inmediata y exhaustiva documentación para un posterior análisis y difusión.

Desde 2004, el Proyecto La Blanca ha trabajado de modo interdisciplinar en la conservación, estudio y divulgación científica de los numerosos grafitos que han sido localizados en este sitio arqueológico. La investigación de estos elementos decorativos se ha convertido en uno de los puntos fundamentales del proyecto, conscientes de la relevante información que su estudio aporta. Los grafitos

---

<sup>1</sup> MUÑOZ y VIDAL 2009: 8.

son una fuente de información esencial para profundizar en el pensamiento maya y conocer las costumbres de quienes habitaron estas arquitecturas en la antigüedad.

El interés por estas representaciones impulsó la celebración del *I Workshop Internacional de grafitos prehispánicos: los Grafitos Mayas*, en 2008. Este encuentro científico congregó a numerosos expertos en la materia que debatieron acerca de la necesaria conservación y puesta en valor de estas manifestaciones artísticas. Entre las conclusiones fundamentales se decidió crear una base de datos de grafitos que aglutinara las fichas de análisis de los grafitos localizados en el área maya<sup>2</sup>.

El largo proceso al que se somete cada grafito, desde su descubrimiento inicial con los trabajos de conservación y toma de datos en campo, pasa por una fase de análisis e interpretación y finalmente se procede a la necesaria divulgación de los resultados obtenidos. En el transcurso de los últimos años, este proceso ha experimentado un salto cualitativo. Gracias a la aplicación de innovadoras tecnologías de recreación virtual se están logrando grandes progresos tanto en la investigación como en la difusión de conocimiento.

El presente estudio muestra los resultados obtenidos mediante la aplicación de estas tecnologías en uno de los palacios de la Acrópolis de La Blanca, concretamente en el cuarto 6J2-4, y expone los avances que suponen para la difusión del conocimiento científico. La generación de una imagen virtual de esta estancia persigue facilitar al visitante la comprensión del espacio así como la mejor percepción de la decoración plasmada en sus muros. Esta tipología de reconstrucción se entiende como un complemento de la visita física a la estancia, enriqueciéndola con información obtenida durante la investigación.

Especialmente en un cuarto como éste, las tareas de virtualización ofrecen un valor añadido, puesto que permiten enfatizar los numerosos grafitos mayas que podrían pasar desapercibidos al público no especializado en un recorrido habitual, dado que las desfavorables condiciones de luz y la sutilidad de estos dibujos en las superficies estucadas no favorecen su localización e identificación en condiciones normales.

En este sentido las nuevas tecnologías de recreación virtual se han revelado como una herramienta fundamental de apoyo a la investigación y difusión de los estudios sobre los grafitos, ya que son susceptibles de facilitar en gran medida la interpretación de los mismos al permitir visualizarlos en su contexto virtual.

### El cuarto 6J2-4 de La Blanca y el registro de sus grafitos

El sitio arqueológico maya de La Blanca se ubica en la cuenca del río Mopán, en el término del municipio de Melchor de Mencos, al este del departamento de Petén (Guatemala). Este asentamiento urbano destaca particularmente por la calidad de sus construcciones en las que se aprecia la cuidada estereotomía de sus sillares y la amplia luz de sus bóvedas.

La Blanca exhibe gran variedad de grafitos en sus paramentos interiores, si bien para el presente estudio nos centraremos exclusivamente de aquellos localizados en el cuarto 6J2-4, ubicado en el lado sur de la Acrópolis.

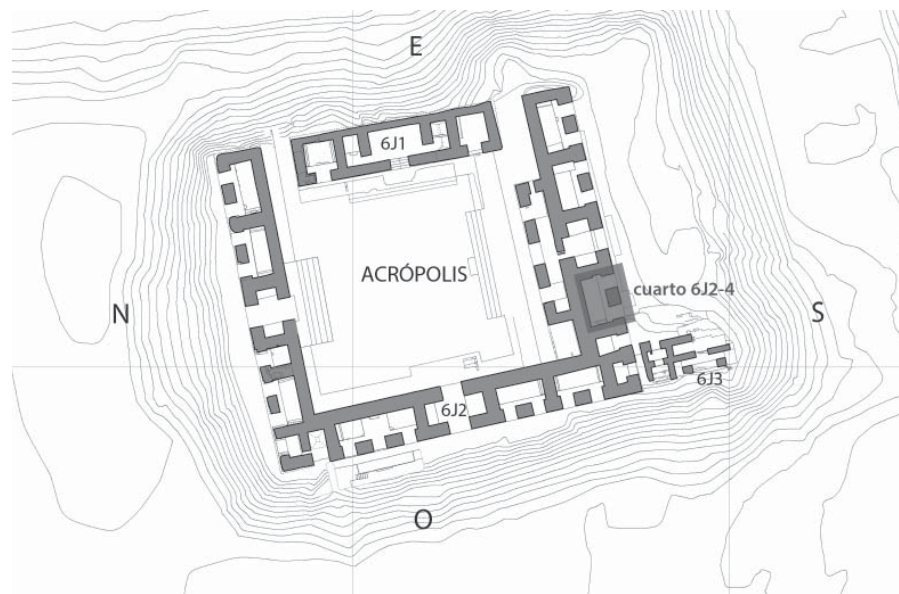


Fig. 1. Plano de la Acrópolis de La Blanca y localización del cuarto 6J2-4. (PLB 2013).

<sup>2</sup> Véase MUÑOZ y VIDAL en este volumen (Capítulo 2).



El cuarto 4 presenta una tipología consistente en una estancia de planta rectangular (6,30 m de longitud por 2,95 m de anchura) con dos vanos de acceso simétricos situados a ambos lados de un machón central. Se estima que la bóveda que lo cubría, colapsada parcialmente, debió tener una altura libre de aproximadamente 6,70 m. Es decir, se trata de un espacio de dimensiones mucho mayores a las habituales en el área. Otro de los rasgos característicos de esta estancia es la gran banqueta de 2,20 m de anchura y 0,75 m de altura que recorre longitudinalmente toda la estancia<sup>3</sup>.



**Fig. 2.** Fachada sur de la Acrópolis donde se encuentra el cuarto 6J2-4. (Foto de A. Merlo).

Precisamente en el muro oriental del cuarto 6J2-4 se encontraron algunos de los grafitos mejor conservados de La Blanca, entre los que destacan tres grafitos zoomorfos: un venado, un felino y una rana.

El proceso de documentación del cuarto se inició tras la limpieza, vaciado y excavación del mismo durante la temporada de campo de 2005. Entonces comenzaron los trabajos de levantamiento arquitectónico del espacio y, paralelamente, la localización, identificación, consolidación, calcado y fotografiado de los grafitos<sup>4</sup>.

Entre las diferentes técnicas posibles para el calco y registro de los grafitos, se eligieron las técnicas tradicionales de calcado *in situ* y registro fotográfico de alta resolución frente a otras técnicas de mayor coste, como los estudios multiespectrales. Estos grafitos son incisiones perfectamente reconocibles a simple vista y tan sólo aplicando una luz rasante al paramento se obtiene una gran precisión del calcado *in situ*.

Como complemento a este registro, en la temporada 2011-2012, se realizó una prueba de escaneado láser con uno de los grafitos. Sin embargo, la resolución necesaria para que las pequeñas incisiones fueran perceptibles en el modelo 3D resultante lo convertía en un archivo de difícil manejo en un ordenador de características comunes, lo que lo hace inviable por la escasa funcionalidad para su difusión.

Así pues, el registro *in situ* de los grafitos se realizó mediante el calcado de los mismos en acetatos con rotulador de tinta indeleble. Se empleó para ello un código de colores que permitiera distinguir distintos tipos de trazo, así como elementos que distorsionaran la comprensión del grafito. Esta toma de datos se complementó con un fotografiado profesional y minucioso en condiciones específicas de iluminación que favorecieran un mayor contraste y por tanto una mejor visualización de estas representaciones. La información referente a cada una de ellos se clasificó en fichas normalizadas<sup>5</sup>.



**Fig. 3.** Fotografía con condiciones lumínicas controladas del grafito zoomorfo que representa un venado, en la cara interior del muro oriental del cuarto 6J2-4. (Foto Á. Toepke).

Una vez en gabinete, esta información se analizó exhaustivamente. De los grafitos más relevantes se procedió a realizar un dibujo definitivo con la intensidad y grosor originales. Para ello se utilizaron las fotografías de alta resolución, tratadas para enfatizar las incisiones en el paramento, con el fin de contrastar los distintos trazos hasta distinguir aquellos relativos al grafito.



**Fig. 4.** Resultado del trabajo de valoración selectiva de líneas de los calcos en acetato de los grafitos más representativos. (Dibujos F. Lorenzo y S. Montalvo).

3 MUÑOZ 2006:31

4 VIDAL y MUÑOZ 2009:100-106

5 *Íbid.* : 102-103

Posteriormente, se procedió a la digitalización de los grafitos a partir del escaneado en un escáner de gran formato, obteniéndose ficheros de alta resolución. Las imágenes obtenidas se incorporaron a los dibujos de los alzados interiores. Éstos se elaboraron en el programa de dibujo asistido por ordenador *AutoCAD* a partir de los croquis y fotografías tomados en campo. Uno de los puntos clave radicó en el tratamiento adecuado de las imágenes y los dibujos en distintos soportes informáticos para que no se perdiera la calidad de su trazado. La colocación de los acetatos y el registro de su ubicación mediante coordenadas precisas resultaron fundamentales para su correcta inserción en cada uno de los muros, de modo que el producto obtenido representa con total fidelidad la realidad.

### Tecnologías de reconstrucción virtual digital

La aplicación de reconstrucciones virtuales en la conservación del patrimonio cultural se está utilizando en los últimos años como una estrategia complementaria, e incluso en algunos casos, alternativa a aquellas tradicionales vinculadas con la investigación y la difusión de los resultados.

Las tecnologías relacionadas con la virtualidad son numerosas y ofrecen múltiples posibilidades de aplicación en el área de la conservación. La elección de las herramientas más adecuadas en cada caso dependerá en gran medida de los objetivos perseguidos y los medios disponibles.



Fig. 5. Ubicación de las hojas de calco de grafitos mediante las coordenadas exactas en el levantamiento arquitectónico del muro este del cuarto 6J2-4 y localización exacta de los grafitos más destacados y restos pictóricos encontrados.

(Restitución B. Martín y N. Matarredona. Tomado de VIDAL y MUÑOZ 2009: figs. 7 y 10).

A partir de esta documentación se pudo proceder a su análisis iconográfico en el contexto arquitectónico y a su divulgación. La puesta en marcha de la Base de datos de grafitos iniciada tras el *I Workshop Internacional de grafitos prehispánicos* supuso un gran avance para ello. Y, en la actualidad, se están estudiando diferentes formas de implementar la difusión de resultados apoyándose en nuevas tecnologías emergentes, de modo que se facilite su comprensión también para el público general. La recreación virtual de estos espacios se ha considerado como uno de los posibles apoyos tecnológicos de mayor valor para la divulgación de estas investigaciones.

Pero, ¿qué se entiende por virtual? ¿cómo pueden apoyar las tecnologías asociadas a la realidad virtual a la investigación y a la difusión? En una primera aproximación a este concepto, se ha detectado cierta confusión en cuanto al empleo de términos relacionados con el mismo. Aunque no es objetivo del presente artículo profundizar en las diversas técnicas de creación de realidad virtual, se ha considerado oportuno aportar unas nociones básicas al respecto.

Lo virtual se define en el diccionario de la Real Academia de la Lengua como “que tiene virtud para producir un efecto, aunque no lo produce de presente, frecuentemente en oposición a real”. Así pues, la virtualidad configura un entorno, aparentemente real, que nuestros sentidos registran pero que no existe en la manera en que lo percibimos. Fundamentalmente, implica la generación de un nuevo contexto de intercambio de información en el que no es necesario compartir las coordenadas espacio-temporales. El entorno virtual permite establecer nuevos modos de aproximación a la realidad.

En el caso de la «realidad virtual», las tecnologías tienen como fin la producción de una experiencia que evoque en el usuario una sensación similar a la que disfrutaría si se encontrase físicamente en dicho espacio. Entre las aplicaciones de realidad virtual más empleadas en el ámbito de la conservación de patrimonio se encuentran las «visitas virtuales», que ofrecen al usuario la posibilidad de recorrer dicho espacio desde cualquier dispositivo con conexión a la red. Se trata de un sistema interactivo en el que el «visitante virtual» decide a golpe de ratón hacia dónde quiere dirigirse. Estas visitas pueden poner al alcance del público general el conocimiento de estos lugares y fomentar el interés por una ulterior visita física. En los últimos años, las tecnologías asociadas a las visitas virtuales han evolucionado con velocidad exponencial.

#### **La virtualización del cuarto 6J2-4: una experiencia piloto**

La recreación virtual del cuarto 4 del palacio 6J2 de la Acrópolis de La Blanca persigue facilitar al visitante la comprensión del espacio y mejorar la percepción visual de la decoración plasmada en sus muros. Esta visita virtual se entiende como un complemento de la visita real a la estancia, enriqueciéndola con información obtenida durante la investigación.

Si, además, combinamos la recreación virtual del cuarto en el estado actual con una reconstrucción ideal del mismo, conseguiremos que el espacio se entienda tal y como fue concebido, y podremos imaginar el contexto inicial en el que fueron creados los grafitos, contribuyendo así a que el visitante tenga una visión más completa de la realidad del sitio y de su historia.

##### *Modelo 3D del cuarto 6J2-4 del estado actual*

Durante la campaña 2011-12 del Proyecto La Blanca, contamos con la colaboración del Dr. Alessandro Merlo, de la Università degli Studi di Firenze, especialista en técnicas de levantamiento arquitectónico digital, para realizar una toma de datos *in situ* de las partes más destacadas de la arquitectura de La Blanca con el sistema de escaneado láser 3D.

Se empleó una unidad de escáner láser Faro Focus<sup>3D</sup> S120, un equipo de medición tridimensional que utiliza tecnología láser para generar imágenes tridimensionales de geometrías y entornos complejos con un gran nivel de detalle.



**Fig. 6.** Toma de datos con el escáner láser Faro Focus<sup>3D</sup> S120. (Foto C. Vidal).

Dentro de la amplia toma de datos, se incluyó el cuarto en cuestión, por su relevancia para el Proyecto, lo que permitió crear un modelo tridimensional lo más fiel posible a su estado actual.

El proceso de modelado pasa por diferentes fases: tratamiento de los datos obtenidos por el escáner láser, su conversión a un modelo tridimensional de superficie, depuración y modelado de la malla, y optimización y mapeado del modelo.

Los datos que nos proporciona el escáner láser constituyen las llamadas nubes de puntos. Una nube de puntos es un conjunto de puntos, definidos por un sistema de coordenadas tridimensional que están en la superficie externa de un objeto.

Cada una de las nubes obtenidas pertenece a un escaneado. Se encuentran aisladas y contienen unos puntos de referencia comunes en las diferentes nubes. El programa informático *Cyclone*, un *software* de procesamiento de datos 3D especializado en nubes de puntos (*3D Point Cloud Processing Software*) nos permite unir las diferentes nubes hasta conseguir una única del cuarto al completo.

Para su conversión a un modelo tridimensional de superficie, empleamos el *software Rapidform*, que mediante un algoritmo calcula triángulos a partir de los vértices de la nube de puntos configurando una malla. Además, permite depurar la malla, reparando los espacios con falta de datos que se perciben como huecos en el modelo de superficie.

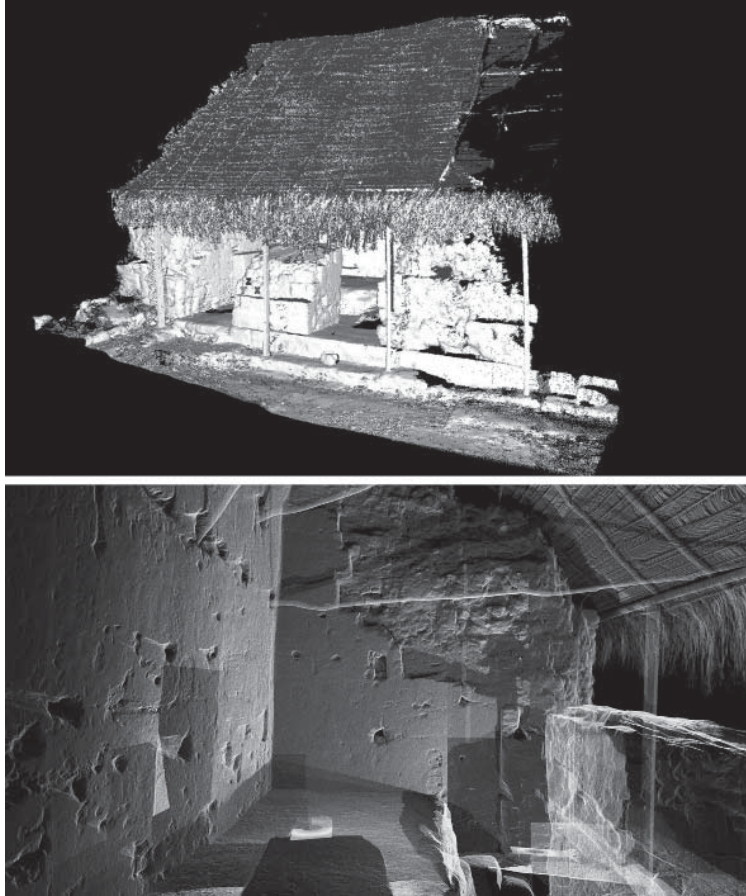


Fig. 7. Imágenes de la nube de puntos del cuarto 6J2-4 con el *software Cyclone*. (Autores A. Peiró y Z. Herguido).

Como última fase para obtener el modelo tridimensional definitivo, empleamos el *software Modo* con el que se consigue la optimización del modelo, mapeado y texturizado del mismo.

#### Reconstrucción ideal del cuarto 6J2-4

Tras siete años de investigación en La Blanca (Guatemala), los datos obtenidos y analizados por el equipo de trabajo multidisciplinar del Proyecto, dirigidos por Cristina Vidal y Gaspar Muñoz, permiten realizar una reconstrucción ideal de los espacios arquitectónicos, con la localización exacta de los distintos grafitos ya registrados y digitalizados en los planos de los levantamientos arquitectónicos.

Ya en la campaña de excavación del Proyecto en 2005, se realizó el levantamiento arquitectónico de la fachada Sur de la Acrópolis, donde se encuentra el cuarto 6J2-4<sup>6</sup>. Posteriormente, analizando las partes de los muros que configuran las estancias del edificio 6J2 y las huellas de dinteles, inicios de bóvedas y restos pictóricos que se encuentran en ellos, se pudo realizar una hipotética reconstrucción de la terraza Sur<sup>7</sup> y de la Acrópolis al completo, teorizando, además, sobre sus diferentes fases constructivas<sup>8</sup>.

A partir de estos datos y de la reconstrucción ideal en tres dimensiones realizado en formato *CAD*, se procede a la construcción de planos en 3D, mapeo, texturizado y mapa de iluminación en el *software 3DStudio*, hasta crear el modelo tridimensional del cuarto definitivo que servirá para la visita virtual del mismo.

6 Véase MUÑOZ, PEIRÓ y HERGUIDO 2006.

7 Véase MUÑOZ, MARTÍN y MATARREDONA 2008.

8 Véase MUÑOZ, VIDAL y PEIRÓ 2010.

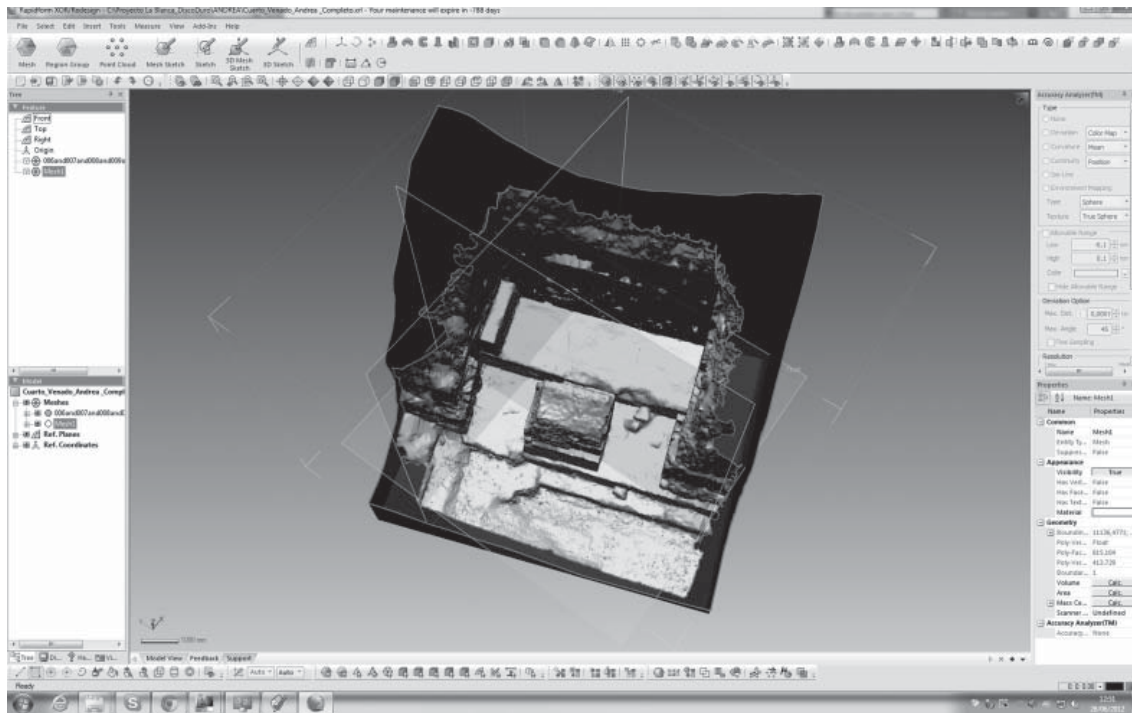


Fig. 8. Depuración de la malla en el software Rapidform. (Modelización Z. Herguido y A. Peiró).

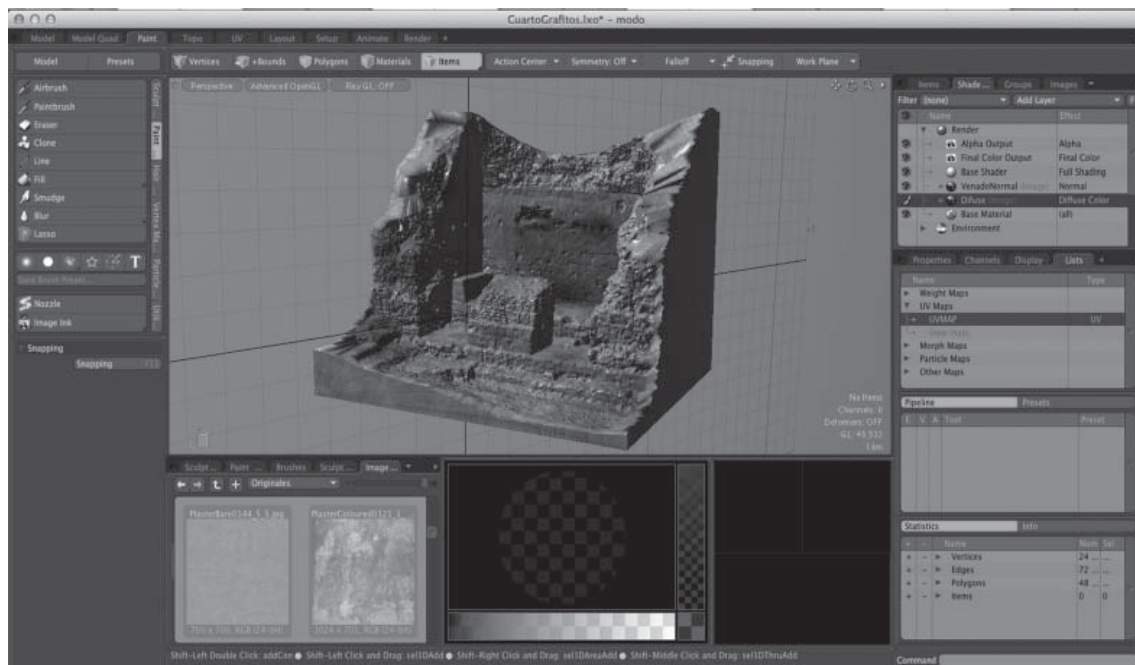


Fig. 9. Aplicación del mapa de difusión con el software Modo (Luxology modo 601). (Modelización J. L. López).

### Visita virtual del cuarto 6J2-4

Para potenciar la difusión de los modelos generados, resulta necesario dotar a los mismos de un sistema de navegación interactiva que facilite la exploración virtual del entorno reconstruido. El sistema de navegación implementado debe ser suficientemente intuitivo para que un usuario no familiarizado con las herramientas CAD pueda desenvolverse fácilmente<sup>9</sup>.

En este caso, la fusión del modelo del estado actual del cuarto 6J2-4 con su reconstrucción ideal y la localización de los grafitos en los modelos, facilitará en gran medida la comprensión del lugar. No debemos olvidar que uno de los temas principales por los que se seleccionó este cuarto para el estudio piloto es por los grafitos zoomorfos que se encuentran en su muro oriental. Así que será de gran importancia buscar la forma de suplementar la información que nos ofrecen los modelos 3D con la documentación referente a los grafitos y su Base de Datos.

Con la colaboración de Carlos Sánchez, investigador del Instituto de Automática e Informática Industrial (ai2) de la Universidad Politécnica de Valencia, especializado en la visualización de contenidos 3D en tiempo real, se ha desarrollado una aplicación interactiva que permite realizar una visita virtual por el cuarto 6J2-4, en tres estados que se corresponden con tres modelos tridimensionales diferentes: el primero, del estado actual del cuarto con la localización de los grafitos zoomorfos seleccionados (venado, rana y felino); el segundo, la reconstrucción ideal del cuarto con la disposición de los acetatos de calco de los grafitos sobre el muro Este; y el tercero, la reconstrucción ideal con la representación de los tres grafitos zoomorfos sobre el muro estucado y pintado de rojo, respaldando la hipótesis de que los mayas pintaron la estancia de rojo, según los restos pictóricos que se encontraron en algunos de los estucos que han llegado hasta nuestros días.

La implementación de la aplicación desarrollada se ha realizado con el *software Unity 3D*, un entorno de desarrollo de simulaciones 3D en tiempo real, originalmente concebido para el desarrollo de videojuegos que, además, permite publicar las aplicaciones desarrolladas a través de la web, lo que será de vital importancia para su divulgación.

Una ventaja añadida a este tipo de herramientas es que permite asociar a los contenidos 3D información en los formatos tradicionales, además de poder enlazar con bases de datos externas.

Así, en algunos puntos específicos del modelo tridimensional del estado actual donde se encuentran localizados los grafitos zoomorfos, se han asociado hipervínculos, de modo que al pinchar sobre ellos aparecen las imágenes con buena calidad de los grafitos.

En el modelo del tercer estado de la idealización del cuarto con los tres grafitos zoomorfos representados, se ha asociado a cada uno de ellos un hipervínculo que referencia a la ficha normalizada respectiva. Además, en cada una de las fichas, se ha añadido otro hipervínculo con un símbolo específico, habitualmente asociado a internet, que enlaza con la web de la Base de Datos de Grafitos Mayas ([www.artemaya.es](http://www.artemaya.es)).

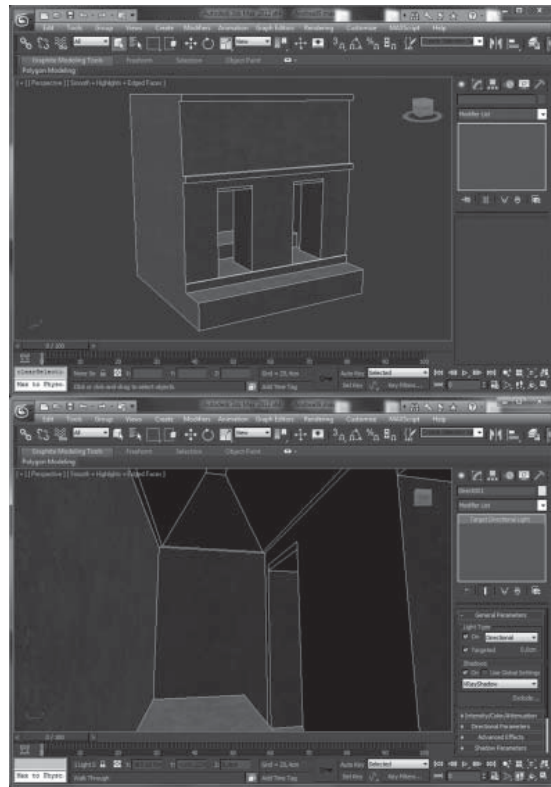


Fig. 10. Reconstrucción ideal del cuarto 6J2-4, generado en el *software 3DStudio*. (Modelización C. Sánchez).

<sup>9</sup> Véase VENDRELL y SÁNCHEZ 2011, artículo donde se presenta el desarrollo de una aplicación on-line interactiva 3D en tiempo real, en la que se asocia información alojada en bases de datos externas a una reconstrucción 3D de un entorno de grandes dimensiones (Universidad Politécnica de Valencia.) La conclusión alcanzada en este artículo es que un ordenador doméstico de bajas prestaciones tiene la potencia de cálculo suficiente como para generar correctamente la visualización, permitiendo así que la difusión de contenidos mediante este nuevo formato alcance a la gran mayoría de los usuarios de internet.

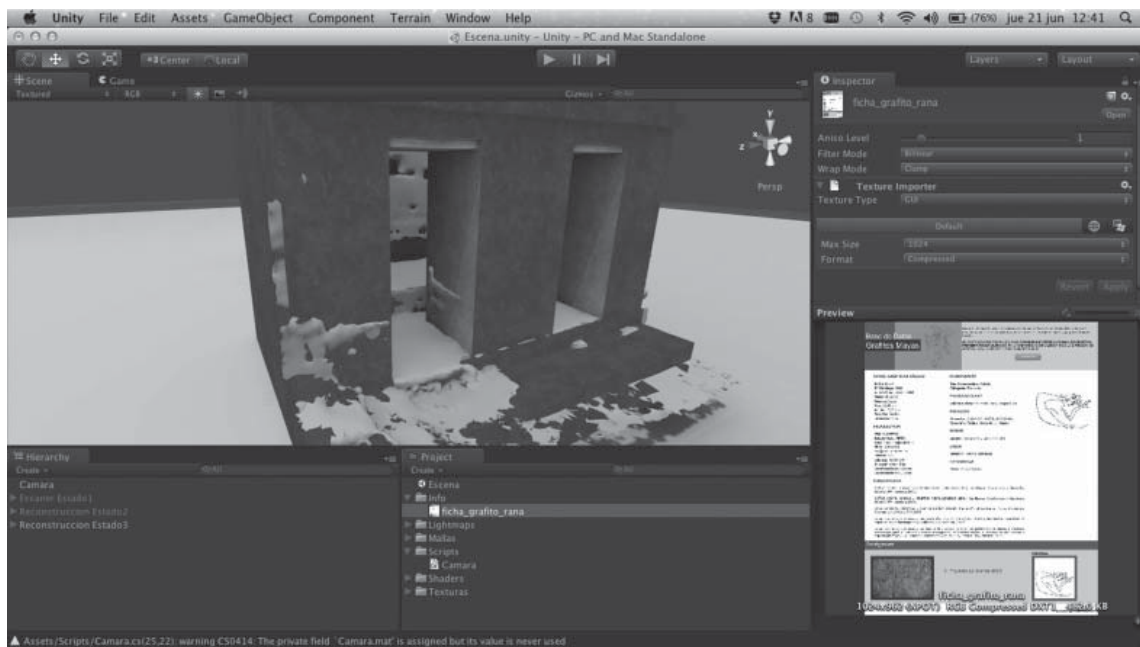


Fig. 11. Interfaz de simulación 3D del software Unity. (Autor C. Sánchez).

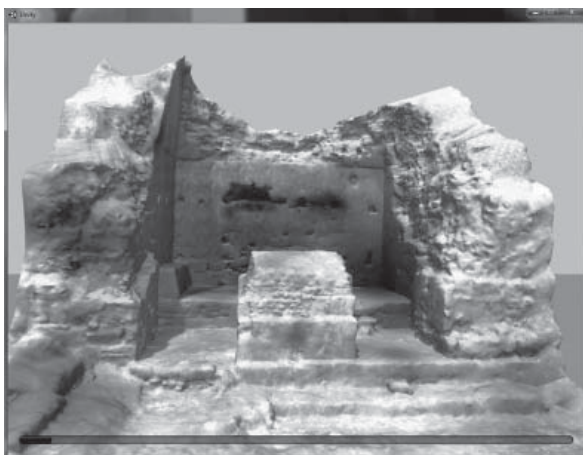


Fig. 12. Primer estado en la visita virtual. Modelo tridimensional del estado actual del cuarto 6J2-4.

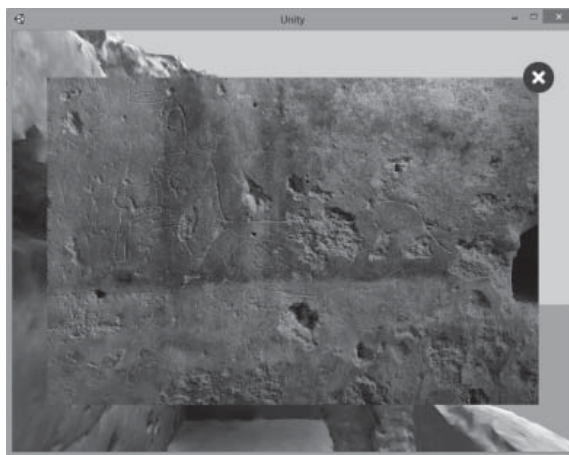


Fig. 13. Hipervínculo a la fotografía del grafito que representa un venado en el modelo del estado actual del cuarto 6J2-4.



Fig. 14. Segundo estado. Idealización volumétrica del cuarto 6J2-4 con la localización de los calcos de los grafitos dispuestos sobre el muro oriental del cuarto.

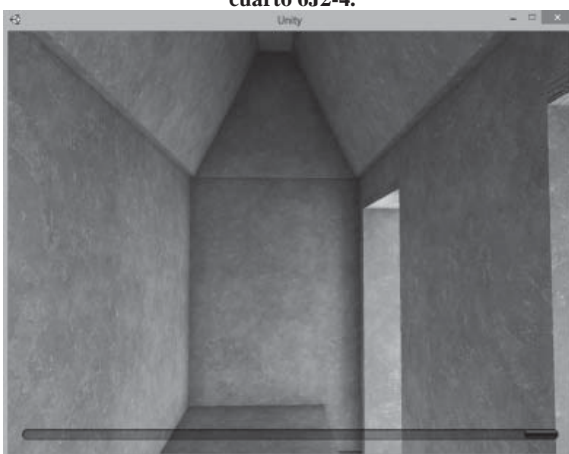


Fig. 15. Tercer estado. Idealización del cuarto 6J2-4 con los tres grafitos zoomorfos representados.

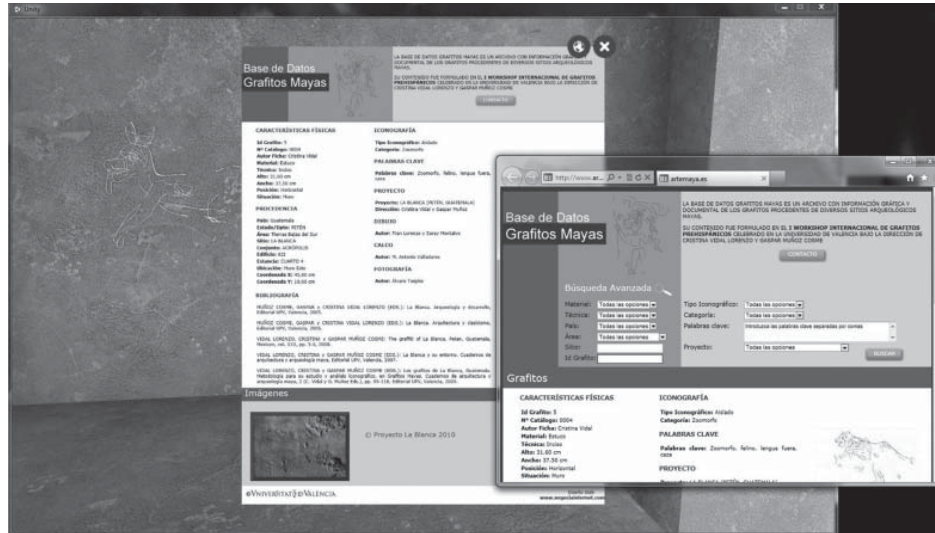


Fig. 16. Hipervínculo a la ficha normalizada del grafito que representa un felino, e hipervínculo a la página web de la Base de Datos de Grafitos Mayas.

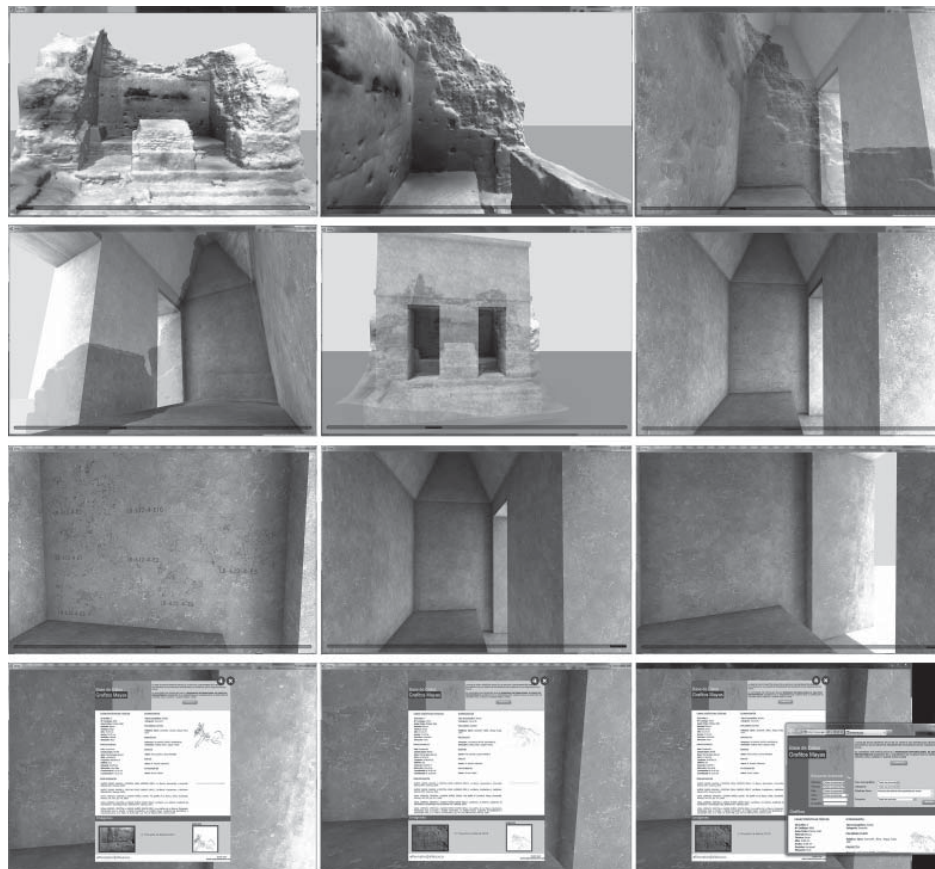


Fig. 17. Secuencia de imágenes de la visita virtual al cuarto 6J2-4.

En la figura 17, a través de una secuencia de imágenes, se muestra una simulación de la visita virtual al cuarto 6J2-4 pasando por los tres estados. En la parte inferior del modelo se dispone una barra de estado que permite, al deslizarse sobre ella, cambiar de un estado a otro.

Cabe destacar lo interesante de la fase transitoria entre el estado inicial y el intermedio, donde la reconstrucción ideal se observa con transparencia sobre el modelo del estado actual, facilitando al usuario la comprensión de ese espacio.



## Epílogo

Las tecnologías de virtualización digital aplicadas a la investigación, y especialmente a la difusión del patrimonio cultural maya, se han revelado como una herramienta de elevada utilidad en el presente, con perspectivas de serlo todavía más en el futuro.

La experiencia piloto del cuarto 6J2-4 muestra cómo puede enriquecerse la visita a un sitio arqueológico y lograr una mayor comprensión de la información que se presenta al visitante. Este mayor entendimiento sólo puede repercutir positivamente en la sensibilización del individuo frente al patrimonio cultural que está percibiendo, lo cual se traduce en un mayor interés por su conservación.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen expresamente el apoyo del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España a través de la financiación obtenida por el Proyecto Arqueológico La Blanca y al Ministerio de Economía y Competitividad por los fondos destinados al proyecto de I+D+i La arquitectura maya. Sistemas constructivos y conservación (BIA2011-28311-C02-001); a los directores del Proyecto La Blanca, Gaspar Muñoz Cosme y Cristina Vidal Lorenzo, por su apoyo incondicional; al profesor Alessandro Merlo, por la aportación de los datos del escaneo láser 3D; a José Leonel López Hernández y Zacarías Herguido Alamar, por su trabajo y colaboración; y a Carlos Sánchez Belenguer, por su apoyo tecnológico, que han contribuido determinadamente a hacer posible las investigaciones y la obtención de resultados que se exponen en el presente artículo.

## Bibliografía

- JUAN VIDAL, Francisco y Alessandro MERLO, 2008. Nuevas aplicaciones del levantamiento integrado (relieve). *Arché* 3: 307-316.
- MERLO, Alessandro, 2011. Dal “modello” della città ai sistemi informativi urbani 3D: Sorana 3D. En *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno la modellazione dell'architettura e della città*. M. Filippa, E. Chiavoni y M. Docchi (Eds.), pp. 114-117. Editorial Gangemi Editore, Roma.
- MUÑOZ COSME, Gaspar, 2006. Proporción y arquitectura. En *La Blanca. Arquitectura y clasicismo*, G. Muñoz y C. Vidal (Eds.), pp. 27-36. Editorial UPV, Valencia.
- MUÑOZ COSME, Gaspar, Beatriz MARTÍN DOMÍNGUEZ y Nuria MATARREDONA DESANTES,

2008. Reconstrucción arquitectónica ideal de la terraza sur de la Acrópolis de La Blanca. *Arché* 3: 341-346.

MUÑOZ COSME, Gaspar y Cristina VIDAL LORENZO (Eds.), 2005. *La Blanca. Arqueología y desarrollo*. Editorial UPV, Valencia.

MUÑOZ COSME, Gaspar y Cristina VIDAL LORENZO, 2009. Los grafitos mayas y su difusión científica. En *Los grafitos mayas*, C. Vidal y G. Muñoz (Eds.), pp. 7-12. Cuadernos de arquitectura y arqueología maya 2. Editorial UPV, Valencia.

MUÑOZ COSME, Gaspar, Cristina VIDAL LORENZO y Andrea PEIRÓ VITORIA, 2010. La arquitectura de la Acrópolis de La Blanca. *Arché* 4-5:381-386.

MUÑOZ COSME, Gaspar, Andrea PEIRÓ VITORIA y Zacarías HERGUIDO ALAMAR, 2006. El levantamiento arquitectónico del ala Sur de la Acrópolis. En *La Blanca. Arquitectura y clasicismo*, G. Muñoz y C. Vidal (Eds.), pp. 45-63. Editorial UPV, Valencia.

MUÑOZ COSME, Gaspar, Cristina VIDAL LORENZO y Ricardo PERELLÓ ROSO, 2008. Características formales y constructivas de la bóveda maya del Palacio de Oriente de La Blanca. *Arché* 3:335-340.

VENDRELL VIDAL, Eduardo y Carlos SÁNCHEZ BELENGUER, 2011. Interactive 3D Visualization of a Large University Campus over the Web. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications (IJCSIM)* vol.3: 514-521.

VIDAL LORENZO, Cristina y Gaspar MUÑOZ COSME, 2009b. Los grafitos de La Blanca. Metodología para su estudio y análisis iconográfico. En *Los grafitos mayas*, C. Vidal y G. Muñoz (Eds.), pp. 99-118. Cuadernos de arquitectura y arqueología maya 2. Editorial UPV, Valencia.