

San Juan Bautista (Burguillos del Cerro, Badajoz), un ejemplo de documentación del Patrimonio con nuevas tecnologías

Andrea Menéndez Menéndez¹, Victor M. Gibello Bravo¹ y Pedro Ortiz Coder²

¹ ARQVEOCHECK, S.L.U. Arqueología y Patrimonio Histórico-Artístico, Gestión Ambiental, Cultural y Turística (Mérida, Badajoz). España.

² GAVLE. Documentación gráfica del Patrimonio (Mérida, Badajoz). España.

Resumen

La presente comunicación pretende acercar la aplicación de las últimas técnicas en Levantamiento con Láser Escaner y textura fotorrealista en la Iglesia de San Juan Bautista (Burguillos del Cerro, Badajoz), dentro de un proyecto de puesta en valor de un yacimiento de notable interés para la arqueología extremeña y peninsular, donde se aunaron las técnicas más actuales en documentación del patrimonio con los resultados obtenidos de la intervención arqueológica, consiguiendo una completa y exhaustiva documentación del yacimiento arqueológico.

Palabras Clave: IGLESIA, EXCAVACIÓN, LÁSER ESCANER, FOTOGRAMETRÍA

Abstract

The present communication explains the application of the latest techniques in Laser Scanner and photorealistic texture in the Church of San Juan Bautista (Burguillos del Cerro, Badajoz), in a project which objective is increase the value of a site for peninsular archeology, where joined the latest techniques in cultural heritage documentation and the results of the archaeological dig. We obtain in this practical work a complete documentation of the archaeological site.

Key words: CHURCH, ARCHAEOLOGICAL DIG, LASER SCANNER, PHOTOGRAMMETRY

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de nuevas tecnologías en el registro arqueológico resulta hoy en día una necesidad fundamental a la hora de registrar gráficamente los restos exhumados en un yacimiento, con el fin de conseguir la máxima fiabilidad y precisión posible. Un ejemplo de este tipo de registro es el levantamiento arquitectónico y arqueológico de la Iglesia de San Juan Bautista (Burguillos del Cerro, Badajoz), aunando diversas técnicas como son el Laser Escáner de alta definición, con fotogrametría y topografía tradicional.

La intervención arqueológica del conjunto se llevó a cabo dentro de un proyecto más amplio de restauración integral y puesta en valor del lugar promovido por el Ayuntamiento de Burguillos del Cerro, aún en ejecución.

2. EL YACIMIENTO

El yacimiento, de gran interés desde el punto de vista histórico y arqueológico y que ya había sido objeto de estudios previos dado su enorme interés (GIBELLO BRAVO et al., 2001 y GIBELLO

BRAVO, 2007), permitió documentar una serie interesantes fases constructivas y de ocupación del edificio, manteniéndose en uso de forma continuada desde época visigoda hasta finales del siglo XVIII, momento en que se abandona y el espacio se transforma en cementerio local durante el XIX. Este hecho condicionó la excavación alterando los estratos hasta el nivel geológico, siendo muy escasos los niveles sellados documentados. Por este motivo se hacía esencial una adecuada y completa toma de datos de los restos arquitectónicos conservados.

El edificio, destruido en parte a raíz de su abandono al culto, se localiza inserto en un solar cerrado por una tapia asociada al cementerio contemporáneo. Conserva en pie el testero, de forma rectangular y muy desarrollado en planta, una torre campanario adosada al muro Norte del testero y tres capillas de tipología heterogénea en el lado de la epístola, dos de ellas de cronología moderna y la más cercana a la entrada del testero un interesante edificio tipo *qubba* reutilizado y relacionado con la presencia de una *zamiya* de la que sólo conservamos esta pieza y los escasos restos de la presencia de una *maqbara*. Así mismo, la iglesia conserva parte del cierre y acceso de los pies, habiendo perdido las naves y el muro norte en su totalidad así como otros elementos aledaños.

La labor documental realizada en el edificio ha permitido llevar a cabo una intensa labor de estudio del conjunto que aún hoy está en marcha, proponiendo, en base a los resultados obtenidos,

realizar nuevos proyectos de musealización del entorno, reconstrucciones ideales de las diferentes fases documentadas etc, con el fin de sacar el máximo partido a la información obtenida.

3. MÉTODO DE TRABAJO: LEVANTAMIENTO CON LÁSER ESCANER Y TEXTURA FOTORREALÍSTICA

Geoméricamente, los restos de la iglesia de Burguillos del Cerro eran complejos, cambiantes en formas y texturas, de difícil captura con métodos tradicionales. Los paramentos, a menudo medio derrumbados, contenían restos de distintas épocas que cambiaban la geometría y textura del mismo a diversas alturas, los techos, en forma de cúpulas irregulares, etc, obligaban a la utilización de un método de captura masiva de información en el cual la distinción vectorial fuese posterior.



Figura 1. Vista general del yacimiento arqueológico desde el Norte

El método utilizado consistió en la captura tridimensional utilizando láser escáner con fototexturización haciendo uso de la calibración externa. El láser escáner nos captura millones de puntos del objeto con una precisión de 6 milímetros y una resolución acordada para este proyecto de 8 milímetros, definiéndonos así, con detalle, la geometría del objeto. El láser escáner utilizado fue el de Leyca ScanStation 2, cuya amplitud de campo es de 360° en la horizontal y 270° en la vertical, con cámara integrada (que no utilizamos por su mala calidad, sino una cámara réflex externa) y velocidad de escaneo media dado su principio físico de pulse time of flight que no permite una gran velocidad pero que asegura una mayor estabilidad dimensional del punto.

El método de fototexturización de la nube de puntos aplicado fue el más preciso posible; utilizando la calibración externa. Se utilizó una cámara réflex Canon EOS 400D previamente calibrada en laboratorio (Calibración interna) con la que se tomaron 1000 fotografías de todos las partes de la iglesia. Para la ortoproyección de estas imágenes sobre la nube de puntos, se procedió a programar una calibración externa identificando puntos en común entre la nube de puntos (X,Y,Z coord. objeto) y la imagen (x,y coord. imagen), tras esta asignación se pudieron calcular la desviación (Tx,Ty,Tz,Ω,φ,κ) de la imagen respecto al centro de proyección del láser escáner (0,0,0 en términos

relativos). Una vez conseguidos estos parámetros utilizando la condición de colinearidad, y considerando los parámetros de deformaciones de las lentes (distorsión radial y tangencial, desviación del punto principal, formato imagen, etc) obtenidos en la calibración interna, podíamos proceder a la ortoproyección de la imagen sobre la nube de puntos con gran precisión.



Figura 2. El láser scanner utilizado permitió obtener una nube de puntos suficientemente densa y precisa como para realizar un estudio patológico en profundidad, en cuanto a la geometría se refiere.



Figura 3. Ortofotografías de alta resolución de distintas partes de la Iglesia de Burguillos del Cerro.

Una vez fototexturizado la nube de puntos se procedió a la triangulación de estos puntos, formando así triángulos cada tres puntos correlativos. Esto facilitó la visualización e interpretación del modelo tridimensional proveyendo de textura a toda la superficie. Es en este punto donde se procedió a la obtención de ortofotografías imponiendo un plano vertical y paralelo al paramento de interés. Una vez realizada la imposición se procede al proceso de ortoproyección de la información raster del modelo tridimensional sobre el plano impuesto. En este proceso se eliminará toda perspectiva obteniendo una imagen de proyección ortográfica en la cual se pueden realizar mediciones planas sin deformación. Estas ortofotografías de alta resolución se vectorizaron o restituyeron manualmente para distinguir materiales, grietas y otras patologías encontradas.

Los planos de planta se obtuvieron utilizando dos procesos básicos, uno la sección horizontal del modelo con un plano (en realidad se utilizaron cuatro planos a distintas alturas), obteniendo de este proceso cuatro polilíneas que definen la geometría en planta del modelo, y, como proceso de completación, se utilizó la vectorización manual 3D (sobre la nube de puntos) de diversas zonas que completaron la información inexistente en las secciones horizontales. También se utilizó como producto de gran valía la planta raster, resultado de la sección horizontal del modelo obtenido con láser escáner de toda la iglesia. Este modelo seccionado se presentó en proyección ortogonal y representado con ortofotografía sobre plano horizontal. Así toda la información capturada aparecerá sobre el plano, sin generalizar o simplificar, como en el caso de las secciones horizontales. También se realizaron por estas dos metodologías secciones verticales longitudinales de la iglesia.



Figura 4. Plano de planta obtenido a partir de la sección horizontal de la nube de puntos y ortoproyección nadiral.

Tanto en los planos de planta, secciones verticales como en las ortofotografías la precisión era de 8 milímetros de precisión relativa, ya que el modelo fue georreferenciado con coordenadas UTM y este, por consiguiente, quedó afectado del error de georreferenciación con GPS diferencial aprox: 2cm.

Todos los paramentos de la iglesia quedaron levantados con ortofotografías de alta resolución, planos de planta, secciones horizontales y verticales, planos de cúpulas, etc cuyos métodos fueron definidos anteriormente, y, además, obtuvimos un modelo tridimensional de alta resolución de toda la iglesia para aplicaciones museísticas y de visualización tridimensional.



Figura 5. Modelos 3D con textura fotorealística arriba a la derecha) y con textura asociada el resto.

4. APLICACIONES Y POSIBILIDADES

Las ventajas del uso de las nuevas tecnologías en la documentación del patrimonio está clara y la precisión obtenida en comparación con las técnicas tradicionales (estación total, dibujo en campo etc.) queda patente a la luz de los resultados obtenidos.

A través de los datos extraídos de este proceso, ha sido posible realizar un completo análisis arquitectónico del edificio, siendo fundamental a la hora de documentar las fases identificadas durante la intervención arqueológica. Este tipo de toma de datos permite documentar todo tipo de deformaciones o alteraciones, así como cambios de fábrica.

La toma de datos, lo más fidedigna posible, de un elemento que va a ser excavado o restaurado nos permite preservar un modelo digital del edificio antes de la intervención.

Respecto a la documentación del yacimiento como tal, a modo experimental se han conjugado diversas técnicas, siendo el resultado final de las planimetrías en 2D una mezcla de todas

ellas: láser escáner, dibujo por imagen rectificadas y dibujo tradicional.

El exhaustivo proceso documental llevado a cabo en la iglesia de San Juan Bautista, un edificio en plena restauración y objeto de cambios, ha permitido conservar, al menos de forma virtual el edificio tal y como lo conocíamos antes de la intervención pudiendo recurrir siempre a una información de calidad y precisión a la hora de establecer nuevas hipótesis o teorías que serían imposibles de realizar una vez comenzada la restauración del edificio.

Desde el punto de vista arqueológico las posibilidades son muchas en relación con el uso de estas nuevas tecnologías. La velocidad y precisión en la toma de datos, combinada en algunos casos concretos con técnicas tradicionales en nuestra disciplina hace que la labor necesariamente destructiva del arqueólogo sea al menos virtualmente reversible. La normalización del uso de estas nuevas tecnologías en la labor cotidiana del arqueólogo es el camino a seguir. La experiencia obtenida en esta intervención deja de manifiesto la necesidad de un cambio importante en este sentido.

AGRADECIMIENTOS

Excmo. Ayuntamiento de Burguillos del Cerro (Badajoz)

BIBLIOGRAFÍA

- BÖHN, J., (2004): "Multi-image fusion for occlusion-free façade texturing. *The International Archives of the Photogrammetry*", *Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXV-5*, pp. 867-872.
- DAL PLAZ, V., GUARNIERI, A., PIROTTI, F., A. VETTORE A. (2007): "International Archives of Photogrammetry", *Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Volume XXXVI-5/W47. Stability control of an historical structure with TLS survey. ETH Zurich, Switzerland, 12-13 July 2007*.
- FRASER, C.S. (1997): "Digital camera self-calibration", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 52, No. 4*, pp. 149-159.
- GIBELLO BRAVO, V. M. (2008): *El poblamiento islámico en Extremadura. Territorio, asentamientos e Itinerarios, Mérida*.
- GIBELLO BRAVO, V.M. y AMIGO MARCOS, R. (2001): "San Juan Bautista: una rabita hispanomusulmana inédita en la antigua iglesia parroquial de Burguillos del Cerro (Badajoz)", *Mérida ciudad y patrimonio. Revista de Arqueología, Arte y Urbanismo, n°5*, pp. 173-189.
- GRÜN, A. and D. AKCA D. (2006): "Least Squares 3D Surface Matching". *LAPRSIS, Vol. 34(5/WG16)*, Dresden, Germany, on CDROM.
- HABIB, A., and MORGAN, M. (2003): "Automatic Calibration of Low-Cost Digital Cameras", *Journal of Optical Engineering, Vol. 42, No. 4*, pp.948-955.
- MENÉNDEZ MENÉNDEZ, A. (2010): *Memoria de la intervención arqueológica para el Proyecto del Centro de Investigación Turismo y Cultura de San Juan Bautista (Burguillos del Cerro, Badajoz), Mérida (inédito)*.