

Aplicación CAD en la arqueología: Visita virtual al castillo de Constantina

Ana Ávila Álvarez¹; M^a Teresa Henares Guerra²; Jorge M. Palma Cuder³; Emilio Ramírez Juidías⁴
y Magdalena Valor Piechotta⁵

¹ Profesora Educadora de Adultos y Gestora Cultural. Consejería de Educación de Sevilla.

² Licenciada en Geografía e Historia. Arqueóloga Municipal de Coria del Rio.

³ Ingeniero Técnico de CERES Servicios Integrales S.L.

⁴ Departamento de Ingeniería Gráfica de la Universidad de Sevilla.

⁵ Departamento de Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas de la Universidad de Sevilla.

Resumen

El castillo de Constantina es una construcción realizada de un solo impulso, pero partiendo de una construcción previa (la camisa o antemural) y con algunas fases constructivas posteriores de menor relevancia, la datación de este edificio hay que situarla entre 1466 y 1474 años en los que Rodrigo Ponce de León fue alcaide de este castillo. La intervención arqueológica del año 2006 significó el diagnóstico de este yacimiento a nivel arquitectónico, arqueológico e histórico. Por todo ello, estimamos que se trata de un ejemplo excelente para documentar gráficamente la geometría de los restos arqueológicos encontrados y su relación con el entorno de la manera más fidedigna posible. Estas posibilidades en alza han estimulado la exigencia cada vez mayor en la toma de datos geomáticos de levantamientos topoarqueológicos.

Palabras Clave: CASTILLO DE CONSTANTINA, YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO, CAD, TOPOARQUEOLOGÍA.

Abstract

Constantine's castle is a construction made of a single time with a pre-construction and some later stages of construction of less importance, the dating of this building is located between 1466 and 1474 years in which Rodrigo Ponce de León was governor of the castle. The archaeological excavations of 2006 meant the diagnosis of this site at the architectural, archaeological and historical interest. Therefore, we believe that is necessary the graphical document of the geometry of the archaeological findings and their relationship with the environment in the most reliable way possible. These possibilities have stimulated the increase of the rigor in the data capture geomatic of the topoarchaeological survey.

Key words: CONSTANTINE'S CASTLE, ARCHAEOLOGICAL RESERVOIR, CAD, TOPOARCHAEOLOGICAL

1. Introducción

No es mucho lo que sabemos sobre Constantina en época islámica. Su nombre entonces era *Qusantiniyya* y se encontraba en la *cora* (provincia) de *Firris*. En fuentes árabes del siglo X se habla de tierras de cereales y de viñas y de muchas clases de árboles, principalmente castaños, cerezos y avellanos, también se habla de una cantera de mármol blanco, de la existencia de numerosas fuentes y de unas importantes minas de hierro. El *bisn* (castillo) es definido como importante y próspero por *al-Idrisi*, en el siglo XII.

A través de la investigación arqueológica se ha podido comprobar que en el cerro del castillo no hay fase de ocupación de época islámica y, que por el contrario el asentamiento andalusí de *Qusantiniyya* se encontraba en el vecino cerro del Almendro.

Los moros de Constantina junto con los moros de Reyna entregaron a Fernando III los *alcazares* en el año 1247. La entrega por pleitesía significaba que la población autóctona podía

permanecer en su lugar y con sus propiedades y costumbres. Ya en 1253, el lugar de Constantina es mencionado como límite de Tierra (provincia) de Sevilla.

La primera referencia específica al castillo de Constantina la encontramos en 1344, año en el que aparece citado en el elenco de fortalezas que pertenecían al concejo (Ayuntamiento) de Sevilla. A partir de esta fecha, y especialmente durante el siglo XV, son frecuentes las menciones en la documentación del Archivo Municipal de Sevilla, ciudad que todavía hoy ostenta la titularidad del castillo.

Todos y cada uno de los trabajos arqueológicos realizados se hicieron dentro del proyecto llamado *Investigación Arqueológica en el castillo de Constantina (Sevilla, Andalucía, España)* en el año 2006, bajo la dirección de Magdalena Valor Piechotta y M^a Teresa Henares Guerra y con la gestión de Ana Ávila Álvarez.

Las fases constructivas de esta fortificación son las siguientes:

Primera fase

La primera construcción de una fortificación en el cerro del Castillo se produjo en el siglo XIV. El asentamiento islámico previo estuvo en el cerro del Almendro, reaprovechando una estructura defensiva anterior, probablemente protohistórica.

El nuevo enclave del castillo elegido por los cristianos, consistió en una cerca de tapial y un aljibe de mampostería labrado en el extremo este del recinto.

Segunda fase

Un siglo después esta cerca fue aprovechada como antemural, forrándose de mampostería, y en su interior se construyó el edificio de piedra que hoy vemos. El constructor fue un miembro de la alta nobleza sevillana, Rodrigo Ponce de León, por entonces III conde de Arcos, nombrado por Enrique IV de Castilla teniente y alcaide del castillo de Constantina el 3 de mayo de 1466. Tres años después, en 1470, Don Rodrigo recibe por donación real la explotación de las minas del arzobispado de Sevilla y de los obispados de Cádiz, Córdoba y Jaén. Éste fue un hecho de gran trascendencia para Constantina, teniendo en cuenta la zona minera al norte de su término (cerro del Hierro), y es en este contexto cuando debió producirse la construcción del castillo.

La obra fue extraordinariamente cara, así cuando los Reyes Católicos le exigen a don Rodrigo la devolución de la fortaleza a la ciudad de Sevilla, éste solicitó una indemnización de 1.124.000 maravedíes como pago. Por tanto, el castillo que hoy vemos debió ser construido entre los años 1466 a 1474.

Tercera fase

El castillo gótico experimentó cambios y reformas en períodos sucesivos. Así detectamos una obra en los últimos años del siglo XV, que consistió en la construcción de un basamento de hormigón para una torre de madera que interpretamos como mirador y una nueva puerta para comunicar la nueva torre con el interior del castillo.

Cuarta fase

A fines del siglo XVII o comienzos del XVIII, hemos registrado nuevas construcciones que consistieron en la construcción de un muro diafragma que generó un reducto defensivo que denominamos “alcazarejo” y la cámara alta del aljibe.

Quinta fase

Durante la ocupación francesa, entre 1810 y 1812 se registra una importante fase de obras en el castillo, en la que a través de la documentación sabemos que estuvieron trabajando doscientos hombres del pueblo.

Las obras consistieron en la reconstrucción de la camisa, la consolidación del castillo, la erección de nuevas crujías adosadas al aljibe y la muralla para dormitorios de la tropa, más la construcción de bases de obra (mampostería y ladrillo) para cañones.

Conclusión

La intervención del año 2006 ha permitido: identificar las distintas fases constructivas del castillo, conocer la potencia arqueológica del yacimiento y diseñar un futuro plan de intervención arqueológica y también de difusión y dinamización.

2. Material y métodos

Para acometer el presente trabajo se ha realizado un laborioso proceso de recopilación de información, en el cual además de realizar el reportaje fotográfico oportuno, se procedió al registro de una serie de puntos de control con estación total láser. Posteriormente, todo el material fotográfico fue integrado en una base documental digital, junto con anotaciones y parámetros de calibración ópticos, referencias topográficas y condiciones de iluminación.

Esta documentación fotográfica tiene un carácter de archivo integral a partir del cual se ha obtenido la representación gráfica informatizada necesaria para realizar la reconstrucción virtual del castillo de Constantina.

En una fase posterior se procesaron los datos recogidos con el fin de obtener mediante restitución fotogramétrica tridimensional los modelos digitales del castillo, proceso este que se ha realizado de forma totalmente digital. La restitución tridimensional ha sido la herramienta clave, ya que proporcionó las medidas, referencias y bases que sirvieron de apoyo para realizar la generación de las representaciones gráficas posteriores.

A consecuencia de la irregularidad del objeto estudiado fue difícil no desechar las posibles restricciones topológicas, por lo que se decidió tener presentes los ejes más representativos del mismo a la hora de proceder a la virtualización de la construcción. En general se han restituido las tomas a partir de puntos de control, por lo que fueron empleadas principalmente tomas frontales siguiendo una metodología de simple foto. Sin embargo, y como herramienta apropiada para la densificación del modelo, se decidió combinarla con el modo multitoma utilizando tomas cruzadas buscando la máxima perpendicularidad entre ejes focales sin rebasar el valor mínimo de 15°.

Con el objeto de proceder correctamente a la hora de interpretar los datos, se tuvieron en cuenta factores importantes como la tipología de los alzados, los colores, las diferentes texturas de los materiales que conforman la construcción, los planos más importantes del yacimiento, las hipótesis de reconstrucción plausibles, y las dimensiones del hallazgo entre otros, todos fundamentales para obtener el modelo digital tridimensional a partir del cual se ha generado las ortofotografías y los planos que también se presentan en este trabajo.

3. Resultados y discusión

Aunque el proceso de elaboración de la visita virtual sigue en progreso, los resultados mostrados hasta la fecha se exponen a continuación-

La zona elegida para la elaboración del presente trabajo se presenta en la figura 1.



Figura 1. Imagen multiton de la zona seleccionada para la visita virtual.

En la misma se realizó un estudio de luminosidad y de adecuación del número de píxeles al posterior escaneado con estación total láser, obteniéndose como resultados los mostrados en las figuras 2, 3, 4 y 5.

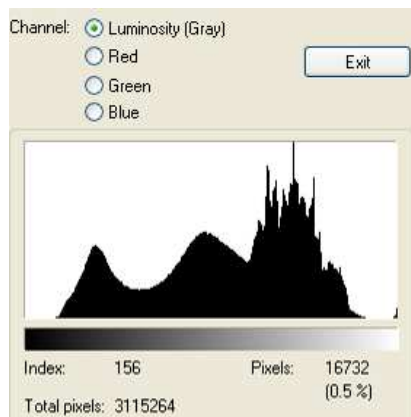


Figura 2. Histograma de la zona elegida donde se muestra la luminosidad en la banda de grises.

Tal y como puede observarse en cada una de las figuras la distribución de píxeles es homogénea en cada una de las bandas, a excepción de en la banda azul, lo que significa que es en ella donde existe mayor dispersión, motivo que no influyó a la hora de escanear la zona con estación láser.

Los puntos de control seleccionados (figura 6) permitieron realizar un encaje del modelo escaneado, lo que dio lugar a un perfecto acoplamiento entre el modelo virtual y aquel.

En lo referente al empalme de los modelos, comentar que se disponen de un recubrimiento entre ellos y los modelos sucesivos, por lo que el ajuste por mínimos cuadrados de las nubes de puntos entre cada dos modelos con recubrimiento, tras proponer una posición inicial del modelo, permitió el ajuste de modelos por pares. El ajuste global por mínimos cuadrados de las posiciones relativas de cada par de modelos permitió la obtención del modelo global de la zona a levantar.

Para la obtención del modelo global se planteó la realización de sucesivos escaneos solapados entre un 10 % y un 20 % (figura 7) con el fin de conseguir el empalme de los modelos obtenidos.

A partir de los modelos digitales previamente obtenidos, se han modelizado las superficies necesarias para la definición del conjunto y se han aplicado texturas restituidas.

La obtención de perfiles transversales a partir de la nube de puntos facilitó, en gran medida, la generación de superficies del modelo, mientras que para la aplicación de texturas reales y restituidas fue de gran importancia la aportación de la fotogrametría.

Una vez obtenidos los modelos digitales tridimensionales o maquetas virtuales a escala a partir de ellos, se generaron los alzados necesarios para el trazado de los planos con la precisión y nivel de detalle requeridos, lo cual no se hubiera podido conseguir sin el apoyo de bocetos, planos arquitectónicos y

arqueológicos y el uso de otras técnicas utilizadas en el proyecto *Investigación Arqueológica en el castillo de Constantina (Sevilla, Andalucía, España)* realizado en el año 2006.

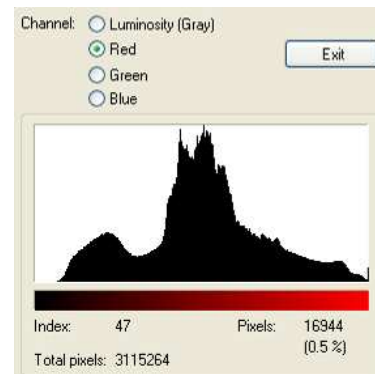


Figura 3. Histograma de la zona elegida donde se muestra la luminosidad en la banda del rojo.

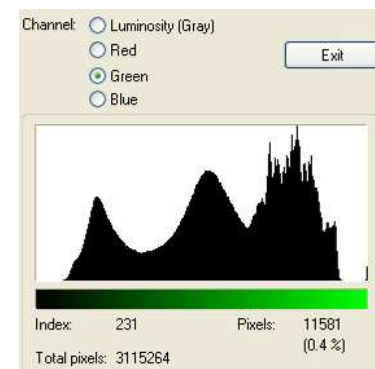


Figura 4. Histograma de la zona elegida donde se muestra la luminosidad en la banda del verde.

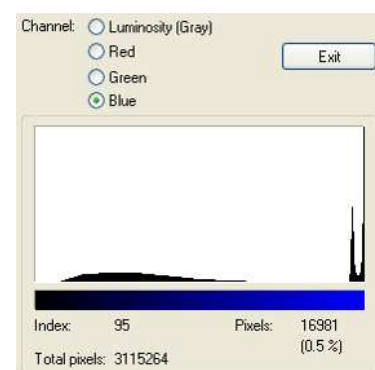


Figura 5. Histograma de la zona elegida donde se muestra la luminosidad en la banda del azul.

En otro orden de temas y en lo que respecta al resto del trabajo realizado, es necesario decir que los resultados del mismo se encuentran en proceso de elaboración, motivo por el cual lo presentado en el presente artículo no es más que la punta de lanza de lo que pretende ser el trabajo final.



Figura 6. Situación de los puntos de control en la imagen multitoma.

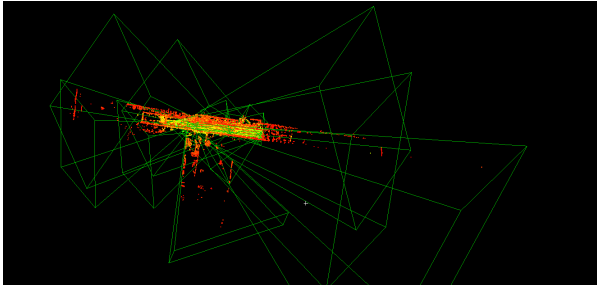


Figura 7. Recubrimiento de los diferentes escaneos.

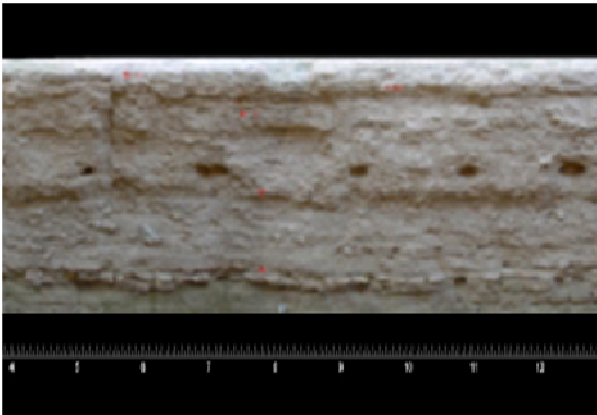


Figura 8. Fragmento de un plano de alzado con la ortofoto ajustada.

4. Conclusión

Aunque existen diferentes formas de realizar una visita virtual, no cabe duda que la mejor de ellas es la que permite difundir lo obtenido de un modo más amplio. En este sentido habría que mirar a lo ya realizado por otros investigadores, tales como M.J. SCOTT *ET AL* (1997), REAL *ET AL* (2000), TERRY *ET AL* (2001), FERNÁNDEZ CAÑERO *ET AL* (2006) y LIM *ET AL* (2006), para quienes lo más importante es hacer llegar el nuevo material obtenido tras un duro y largo proceso de investigación a investigadores, estudiantes y cualquier persona con interés por conocer y disfrutar de este patrimonio común.

Desde un punto de vista más específico se puede decir que este trabajo también pretende servir como novedoso instrumento en la difusión cultural del Patrimonio Arqueológico del municipio de Constantina mediante la futura realización de charlas en diferentes organismos, centros o asociaciones interesadas en estos temas, además, claro está, de la realización de ciertas guías y/o folletos que las puedan complementar. Es nuestro deseo sumar a este primer trabajo otro en el que personajes animados sirvan de conductores de la visita.

Agradecimientos

Esta comunicación nace de la colaboración solidaria de un equipo de profesionales e investigadores de muy diversas áreas.

Bibliografía

- AUKSTAKALNIS, S. and D. BLATNER (1992): "Silicon Mirage - The Art and Science of Virtual Reality". Berkeley, CA, Peachpit Press.
- FERNÁNDEZ CAÑERO, R., CANO CARRIÓN, R. y HERRERA MACHUCA, M.A. (2006): "La reconstrucción y la recreación 3D. Una herramienta para la preservación y difusión de nuestros jardines históricos", en *Actas del XXXIII Congreso PARJAP (2006)*. Santander.
- LIM, E. M., HONJO, T., UMEKI, K. (2006): "The validity of VRML images as a stimulus for landscape assessment", en *Landscape and Urban Planning* 77, pp 80-93.
- M. J. SCOTT and D. V. CANTER (1997): "Picture or Place? A Multiple Sorting Study of Landscape", en *Journal of Environmental Psychology*, Volume 17, Issue 4, December 1997, Pages 263-281. Academic Press.
- REAL E.; ARCE C.; MANUEL SABUCEDO J. (2000): "Classification of Landscapes Using Quantitative and Categorical Data, and Prediction of Their Scenic Beauty in North-Western Spain", en *Journal of Environmental Psychology*, Volume 20, Number 4, December 2000, pp. 355-373(19). Academic Press.
- TERRY C. DANIEL and MICHAEL M. MEITNER (2001): "Representational Validity of Landscape Visualizations: The Effects of Graphical Realism on Perceived Scenic Beauty of Forest Vistas", en *Journal of Environmental Psychology*, Volume 21, Issue 1, March 2001, Pages 61-72. Academic Press.
- VALOR, M.; HENARES, M^a T.; LAFUENTE, P. "La Actividad Arqueológica Puntual 'Castillo de Constantina' (Sevilla) ". *Anuario Arqueológico de Andalucía/2006*. En prensa.
- VALOR PIECHOTTA, M. "Las fases de ocupación del 'Cerro del Castillo' de Constantina". *IV Curso de Historia y Arqueología Medievales: Minería medieval en Andalucía*. Santa Olalla del Cala (23 de noviembre de 2007). En prensa.
- VALOR PIECHOTTA, M. ANA ÁVILA ÁLVAREZ. Póster "De la investigación a la difusión: el castillo de Constantina" en el *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*. Aracena. 27, 28 y 29 de noviembre de 2008. En prensa.