

METODOLOGÍA PARA LA RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL INTERACTIVA EN MODO VIDEOJUEGO DEL PATRIMONIO CULTURAL.

Aplicación al castillo medieval de Torreparedones (Baena)

METHODOLOGY FOR RECONSTRUCTION IN INTERACTIVE VIRTUAL GAME MODE OF CULTURAL HERITAGE.

Application to medieval castle Torreparedones (Baena)

Diego Porcuna Bermúdez, Ricardo Córdoba de la Llave, Jerónimo Sanz Cabrera, Francisco de Paula Montes Tubío

doi: 10.4995/ega.2016.6305



Los avances en la potencia gráfica de los ordenadores, incrementan el realismo de las representaciones virtuales 3D y la calidad de los detalles, permitiendo realizar estudios muy precisos de la tipología y métodos constructivos. Esto ha permitido poder situar las imágenes y animaciones gráficas en un escenario virtual, en el que observador y patrimonio se relacionen de forma interactiva con total libertad de movimientos. Las evidencias arqueológicas de época medieval en el yacimiento de Torreparedones, identifican un castillo y un recinto de servicios auxiliares. A través del software de los motores de juego, usados comúnmente para el ocio y entretenimiento y los informes arqueológicos se pretende construir un escenario dinámico con elementos del patrimonio cultural del Castillo de Torreparedones de Baena,

que permitirá analizar de forma interactiva la hipótesis reconstructiva de la realidad obtenida del estudio, haciendo del observador protagonista de la navegación entre los elementos patrimoniales representados.

PALABRAS CLAVE: VIRTUAL. PATRIMONIO. MOTOR DE JUEGO. 3D. CASTILLO. TORREPAREDONES

Advances in graphical power of computers increase the realism of 3D virtual representations and the quality of details, allowing for very precise studies on the typology and constructive methods. This has

allowed to put the images and graphic animations in a virtual scenario, in which the observer connects with the heritage interactively with total freedom of movement. Archaeological evidence of Medieval times at Torreparedones site identify a castle and an area of auxiliary services. By using the software of game engines, commonly used for leisure and entertainment, and archeological reports, is expected to reconstruct a dynamic scenario with elements of cultural heritage from the Torreparedones Castle of Baena that permits to analyze interactively the reconstructive hypothesis of reality obtained from the study, making the observer to lead the navigation among the patrimonial elements represented.

KEYWORDS: VIRTUAL. HERITAGE. GAME ENGINE. 3D. CASTLE. TORREPAREDONES



1. Croquis del yacimiento. Morena López J. A. "Apuntes sobre el urbanismo romano de Torreparedones", 2012

1. Sketch of the site. Morena López J. A. "Apuntes sobre el urbanismo romano de Torreparedones", 2012

Introducción

La reconstrucción 3D y la puesta en valor del Castillo de Torreparedones

El modelado digital en tres dimensiones constituye una de las herramientas más potentes para la documentación, investigación, divulgación y puesta en valor del patrimonio cultural. En un paso más al conocido foto-realismo 3D, se confeccionará un escenario virtual en modo videojuego de esta fortaleza de mediados del siglo XIII, que permita al observador poder interactuar directamente con la recreación virtual visualizando información sobre sus funciones y estructuras, bien pinchando sobre ellas o acercándose a las mismas para obtener dicha información. El usuario puede inspeccionar las distintas estancias del castillo, haciendo al pasajero virtual partícipe de la idealización. Esta herramienta, ilumina al observador en la interpretación del patrimonio, caminando a través de la interpretación imaginable del yacimiento y tomando como guía la investigación arqueológica.

El Castillo de Torreparedones. Localización, origen e historia

El castillo de Torreparedones se localiza en el Cerro de las Vírgenes de la Campiña Este de Córdoba, en Baena, llegando a él por la vía pecuaria "camino de Castro del Río a Porcuna". Tiene la importante peculiaridad de circunscribirse en un importante yacimiento arqueológico ibero-romano 1; en la zona más elevada de la campiña cordobesa (579.6 m.s.n.m.), su privilegiada ubicación geográfica y defensiva, justifica ser lugar estratégico en las proximidades de la frontera con el Reino Nazarí de Granada, punto de vital importancia



defensiva de los territorios cristianos reconquistados (Fig. 1).

Pocas son las referencias de esta fortificación militar de mediados del siglo XIII, llegando citas hasta a nuestros días tan solo de los continuos cambios en su titularidad, pero no de sus distintas funciones, importancia o poblaciones 2, produciéndose un progresivo despoblamiento durante el siglo XVI, hasta su total abandono.

Es declarado "Bien de interés cultural" en 2007. Presenta planta cuadrangular de unos 500 m² y huella de un recinto exterior el Este de ella. En la toma de datos de 2009 (Fig. 3) conserva su lado meridional bastante fiel a lo representado por Fernández Guerra en 1.834 (Fig. 2), ocurriendo en 2011 un derrumbe parcial de la Torre del Homenaje. Está flanqueada por torres de esquina, derruidas casi en su totalidad. De sus lienzos amurallados, existen parcialmente derruidos el de Norte y Este, así como huella del muro Oeste, conservándose casi en su totalidad el lienzo Sur.

Las campañas arqueológicas de los años 2007-08 1, sacan a la luz distin-

Introduction

3D reconstruction and enhancement of Torreparedones Castle

The digital three-dimensional modelling is one of the most powerful tools for documentation, research, dissemination and enhancement of cultural heritage. In a further step towards well-known photo-realistic 3D, a virtual scenario on game mode of this fortress of the mid-13th century will be made, allowing the observer to interact directly with the virtual recreation displaying information about their functions and structures, either by clicking on them or approaching them to get that information. The user can inspect the different rooms of the castle, making the virtual passenger to be part of the idealization. This tool illuminates the observer in the heritage interpretation, walking through the imaginable interpretation of the site and taking the archaeological research as a model.

Torreparedones castle. Location, origin and history

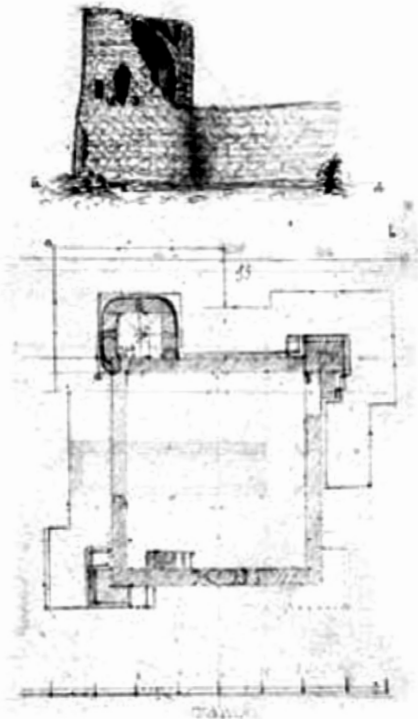
Torreparedones Castle is located in "Cerro de las Vírgenes" in the eastern countryside of Córdoba in Baena, getting to it for the cattle route "Castro del Río - Porcuna". Has the important peculiarity of being circumscribed in an important Ibero-Roman archaeological site 1; in the highest part



of the Cordoba countryside (579.6 M.A.S.L.), its privileged geographical and defensive location justifies to be a strategic location in the vicinity to the border with the Nasrid Kingdom of Granada, vital importance defensive point of Christians reconquered territories (Fig. 1). There are few references of this military fortification of mid-13th century, with only some about the constant changes of ownership, without information of its different functions, importance or populations **2**, resulting in a gradual depopulation during 16th century, until its total abandonment.

It is declared "property of cultural interest" in 2007. Presents quadrangular floor around 500 m² and mark of an outer enclosure to the east of it. Data collection in 2009 (Fig. 3) retains its southern side pretty true to what is represented by Fernandez Guerra in 1834 (Fig. 2), occurring a partial collapse of the Homage Tower in 2011. It is flanked by corner towers, demolished almost entirely. Exist partially ruined the north and east walls, and the mark of the west wall, conserving almost completely the south wall.

The archaeological campaigns in 2007-08 **1**,



2

2. Dibujo realizado por Aureliano Fernández Guerra, 1834
3. Vista exterior desde el Este, Castillo de Castro El Viejo, Torreparedones, año 2009

tas estancias y reformas del Castillo. La nueva visión estructural de la fortaleza argumenta la continuidad de las excavaciones en el año 2013, en la explanada Este exterior del Castillo, que dejan al descubierto un perímetro cerrado por muros en el que se inscriben distintas estancias de servicios auxiliares al castillo y a una posible población adyacente al mismo (Fig. 4).

Material y métodos

Metodología de trabajo

La obtención de un escenario virtual del patrimonio cultural conlleva las siguientes fases de elaboración:

- I. Documentación.
- II. Toma de datos en campo mediciones y topografía de los restos arqueológicos, identificación, situa-

2. Drawing by Aureliano Fernández Guerra, 1834
3. Exterior view from the east, Castillo de Castro El Viejo, Torreparedones, año 2009

ción y distribución de las distintas estancias.

III. Modelado 3D, mapeados y texturizados.

IV. Elaboración y configuración del escenario virtual en el motor de juego.

Herramientas

Se han utilizado paquetes de diseño gráfico informático en 2D y 3D para entidades geométricas vectoriales, a las que se le aplican transformaciones geométricas para visualizarlas a distintos tamaños y vistas **3**. Los softwares gráficos utilizados son programas libres y/o versiones gratuitas.

Para la representación planimétrica se ha utilizado Sketchup (versión 8) y Freecad (versión 0.13). La representación y modelado 3D, con Blender (versión 2.7). Como motor de juego se ha



3

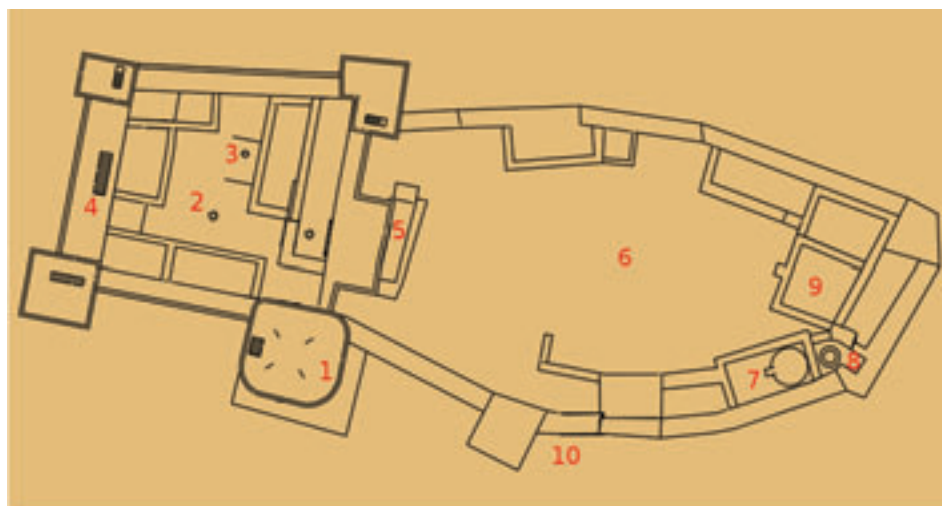


1. Torre del Homenaje, con dos cuerpos y 14 m. de alto
2. Patio de armas de 8x10 m.
3. Aljibe abovedado, semienterrado y de 18 m³ de capacidad, enfoscado y con pintura a la almagra
4. Hipotético acceso al adarve desde el suroeste del patio de armas
5. Acceso en rampa, bajo arco flanqueado por torres baluarte
6. Explanada Este, zona de servicios auxiliares a la fortaleza
7. Horno de pan
8. Pozo de herrumbre
9. Posible estancia para molienda; halladas piedras de un molino de sangre
10. Hipotético acceso al recinto

1. Tribute Tower, with two parts and 14 m. high
2. Armament patio of 8x10 m
3. Vaulted cistern, half-buried with a capacity of 18 m³, rendered and with Indian red paint.
4. Hypothetical access to the walkway from the southwest side of the armament patio
5. Access ramp, under a flanked arch by towers
6. East esplanade, area of ancillary services to the fortress
7. Bread oven
8. Reduction well
9. Possible milling room; powered-animal millstones found
10. Hypothetical acces to the enclosure

4. Planta esquemática tras excavación en recinto exterior, campaña 2013

4. Schematic plant after outer enclosure excavation, campaign 2013



4

elegido una versión gratuita de Unreal Engine 4 (versión 4.7.2). Con el sistema de información geográfica, gvSig (versión 12), se ha procesado y exportado el MDT (mapa digital del terreno) para la elaboración del terreno de juego.

A través del editor Unreal Engine 4 4, como herramienta de composición del escenario dinámico, se introducirán los objetos creados en el paso anterior de modelado y mapeado con Blender. El resultado será un escenario virtual interactivo en modo videojuego, con el observador como protagonista de la acción 5.

Descripción e identificación de los elementos constructivos

Las estructuras existentes y las identificadas tras las excavaciones, distinguen una planta general del castillo de 30x32 m. cuadrangular, el patio de armas central con un aljibe, cuya bóveda aflora sobre el patio. La torre del Homenaje presenta dos cuerpos de estancias abovedadas. El muro norte de la fortificación está edificado sobre la anterior muralla ibero-romana. La for-

taleza se encontraba rodeada por un foso exterior a los muros Sur y Este.

Inicialmente estaba simplemente flanqueada por cuatro torres de esquina, que fue reformada aumentando sus funciones estructurales en el siglo xv. Con una zona de caballería y otra de cocina, sigue una distribución común a la arquitectura militar medieval 6. El patio de armas está rodeado de estancias, con un posible acceso a la escalera de subida al adarve oeste.

El recinto exterior, explanada inmediatamente al Este y extramuros del castillo, es una zona de servicios auxiliares a la guarnición del mismo y a la supuesta población existente. Destacan una tahona con horno de pan, una estancia de molienda, un pozo de reducción, y un espacio posiblemente de herrería; aparecen otros espacios, aunque se desconocen sus usos.

Criterios de representación en 3D

Para el desarrollo del modelado 3D, se han realizado previamente planos 2D de plantas y alzados del castillo según los datos de campo obtenidos; apli-

bring to light different rooms and remodelings of the Castle. The new structural view of the fortress argues the continuation of excavations in 2013 on the outer east esplanade of the castle that reveal an enclosed perimeter by walls, on which different rooms of auxiliary services are part of the castle and to a possible village adjacent to it (Fig. 4).

Materials and methods

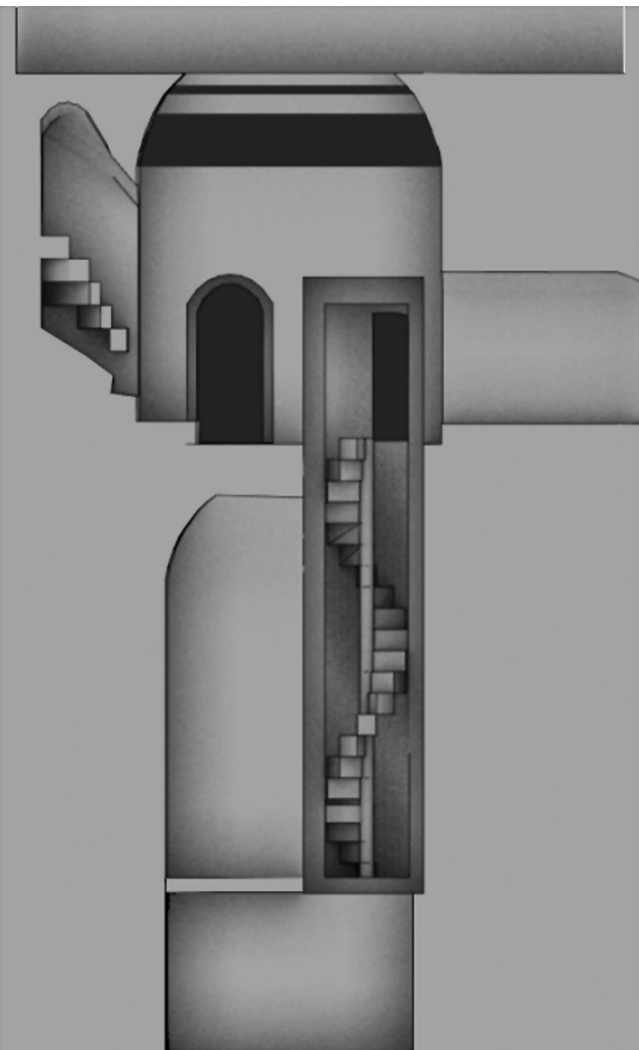
Research methodology

Obtaining a virtual scenario of cultural heritage involves the following processing phases:

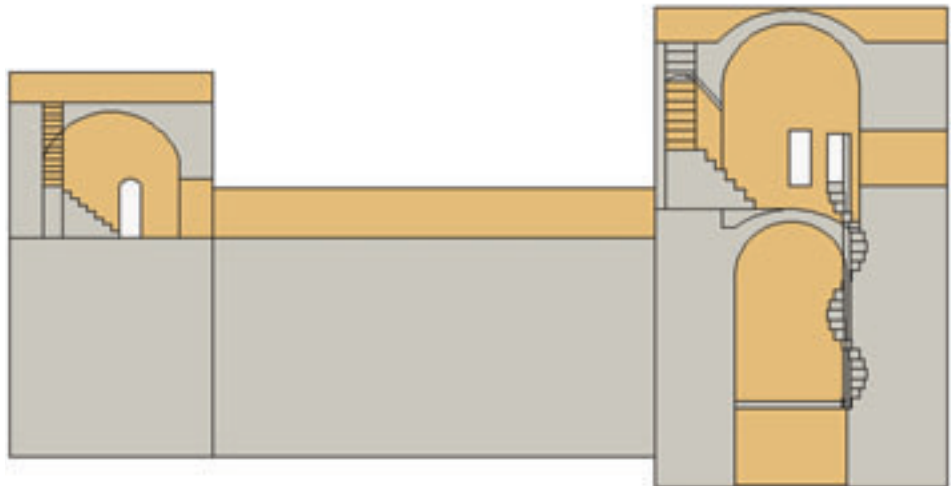
- I. Documentation.
- II. Data collection on site, measurements and topography of archaeological remains, identification, location and arrangement of the different rooms.
- III. 3D modelling, mapping and textured.
- IV. Elaboration and configuration of the virtual scenario in the game engine.

Tools

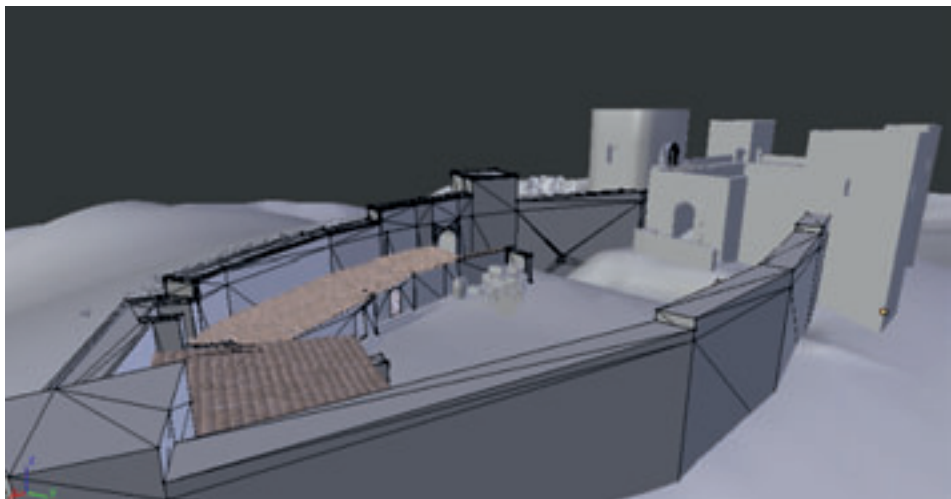
2D and 3D computer graphic design packets were used for vector geometric elements, to which geometric transformations were applied to display them at different sizes and views 3. The graphic softwares used are open source applications and / or free versions.



5



6



7

Sketchup (version 8) and Freecad (version 0.13) were utilized for planimetric representation. 3D representation and modelling, with Blender (version 2.7). A free version of Unreal Engine 4 (version 4.7.2) was chosen as game engine. The geographic information system, gvSig (version 12), processed and exported the DTM (digital terrain map) to create the game field. Through the editor Unreal Engine 4 4, as a composition tool of the dynamic scenario, the objects created in the previous step of mapping and modelling are introduced with Blender. The result will be an interactive virtual scene on game mode, with the observer leading the action 5.

Description and identification of the structural elements

The existing structures and the identified after the excavations distinguish a general quadrangular floor of the castle of 30x32 m., the

cando un ejercicio de aproximación subjetiva de elementos no aparecidos, bajo criterios de continuidad estructural con otros elementos existentes, simetría del elemento existente, patrón de repetición, restitución geométrica y analogía a otras fortificaciones militares semejantes de la época 7.

Así, la dimensión de la torre Suroeste se ha imaginado partiendo de su huella estructural, con una altura que permita el paso a través de ella desde el adyacente adarve Sur, el mejor conservado y que mantiene en alguno de sus restos la cota de coronación original del mismo a 579,60 m. bajo el criterio de comunicación de todos los adarves a través de las torres del conjunto del castillo (Fig.

5). Igualmente y por simetría en las torres noreste y suroeste así como sus lienzos. Su paso interior, se ha representado como un espacio en el cual se ubican accesos mediante peldaños a la parte superior o terrazas de las mismas, disposición y dimensiones que también podemos encontrar en otros recintos fortificados existentes, como el conjunto fortificado de Palma del Rio 2, con similares fines defensivos y en el mismo periodo que el castillo de Torreparedones.

La torre del homenaje, se ha modelado por continuidad de la huella de sus estructuras abovedadas que definen los cuerpos de ésta, así como idealizado las escaleras que se encontraban en los muros de la torre y que



- 5. Hipotética sección Torre del Homenaje
- 6. Hipotética sección lienzo Sur
- 7. Perspectiva general del modelado del castillo
- 8. Renderizado vista aérea
- 9. Renderizado vista interior

- 5. Homage Tower hypothetical section
- 6. South wall hypothetical section
- 7. General perspective of the modelling of the castle
- 8. Aerial view rendering
- 9. Interior view rendering

daban acceso a su terraza y estancias inferiores (Figs. 5 y 6), similares a los de la Torre de Canela de Ayamonte (Carrizo-Cuenca 2004, 257) 1.

La representación de las estancias alrededor del patio de armas se realizan a partir de las huellas estructurales afloradas en las excavaciones, siendo éstas de una altura, a un solo agua hacia el patio de armas y techumbre formada por tejado de cerámica sobre vigas de madera, cañizo y yeso 2.

Otros elementos singulares se han representado atendiendo a métodos

constructivos de la arquitectura medieval 8, es el caso de arcos en pasos abovedados, escaleras de caracol o canecillos, que en este último caso se encuentra huella de los mismos, así como en la representación gráfica del año 1.834 por Aureliano Fernández Guerra (renderizados, Figs. 8 y 9).

Game Engine. Generación del escenario virtual

“Game Engine” o motor de juego, es el paquete software que reúne una serie de herramientas de renderizado

central armament patio with a cistern, whose vault emerges over the place. The Homage Tower has two parts of vaulted rooms. The north wall of the fortification is built on the previous Ibero-Roman wall. The fortress was surrounded by an outer moat to the south and east walls.

Initially it was simply flanked by four corner towers, which was remodeled in the 15th century increasing its structural functions. With an area of cavalry and a kitchen, follows the common distribution of medieval military architecture 6. The armament patio is surrounded by rooms, with a possible access to the staircase leading up to the west walkway.

The outer enclosure, esplanade immediately to the east and outer walls of the castle, is an area of ancillary services to the garrison of it and to the alleged existing population. Highlights include a bakery with bread oven, a milling room, a reduction slag pit furnace, and a possible smithy; other areas appear, although their uses are unknown.

3d representation criteria

For the development of 3D modelling, 2D floor plans and elevations of the castle were previously made according to field data obtained; applying an exercise of subjective approximation of elements not appeared, under structural continuity criteria with other existing elements, symmetry of the existing items, repeating pattern, geometric restitution and analogy to others similar military fortifications of the time 7.

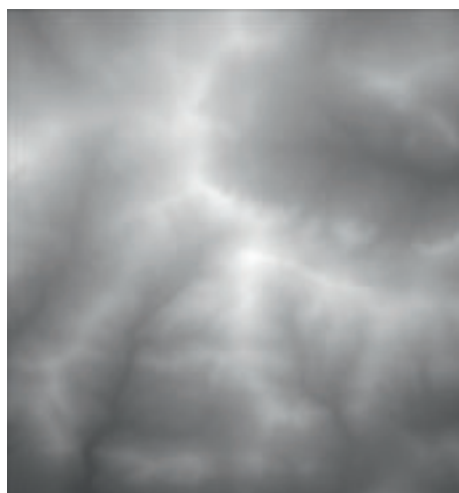
Thus, the dimensions of the southwest tower have been imagined based on its structural mark, with a height that allows to pass through from the adjacent south walkway, which is the best preserved, and keep in some of its remains the original crest elevation at 579.60 m. under the criteria of communication of all walkways through the castle towers (Fig. 5). Likewise and by symmetry in the northeast and southwest towers as well as its walls. Its interior passage, has been represented as a space in which accesses are located by stairs to the top or terraces of the towers, arrangement and dimensions that can also be found in other existing fortified enclosures, such as the fortified complex of Palma del Rio 2, with similar defensive purposes and in the



8



9



10



11

10. Mapa de alturas, imagen raster del modelo digital de elevaciones de Torreparedones

11. Interfaz del editor de nodos del material de muros del castillo

12. Interfaz del editor de Blueprints (se muestra el correspondiente al menú inicial)

same period that Torreparedones Castle. The Homage Tower has been modelled by continuity of its volted structures mark that define its parts, as well as idealized the stairs that were in the walls of the tower that lead to the terrace and lower rooms (Figs. 5 and 6), similar to the ones from Canela Tower of Ayamonte (Carrizo-Cuenca 2004, 257) 1. The representation of the rooms around the armament patio are made from the structural marks appeared in the excavations, with a shed roof towards the patio made of ceramic on wooden beams, wattle and plaster 2. Other singular elements were represented attending constructive methods of medieval architecture 8, that is the case of arches in vaulted walkways, spiral stairs, or corbels, in which case some marks were found, as well as in the graphical representation from 1834 by Aureliano Fernandez Guerra (renderings, and Figs. 8 and 9).

Game Engine. Creation of the virtual scenario

Game engine is the software packet that includes a series of rendering graphic tools, detection of collisions, audio system, physical, other programming routines, or scenario own rules 9. Applied to Torreparedones castle, the engine will render in real-time the modellings of the fortress and the events that happen in the scene.

gráfico, detección de colisiones, sistema de audio, físicas, otras rutinas de programación o las reglas del propio escenario 9. Aplicado al Castillo de Torreparedones, el motor renderizará en tiempo real los modelados de la fortaleza y los eventos que se suceden en la escena.

Debido a la cantidad de modelados a renderizar del castillo y el terreno, el bucle de visualización, actuación y renderizado ha de ejecutarse con una frecuencia de imágenes por segundo (fps) lo suficientemente elevada como para que el usuario no lo perciba simplemente como una sucesión de imágenes estáticas y que se sienta inmerso en el escenario, buscando un equilibrio entre los fps y el grado de realismo del Castillo, estableciendo un mínimo de 30 fps.

Para generar una superficie de movimiento lo suficientemente amplia, se ha utilizado un mapa digital del terreno con paso de malla de 5 m., sistema de referencia geodésico ETRS89, con proyección UTM, del Instituto Geográfico Nacional 10. El

tratamiento del MDT se ha realizado con el software libre gvSig_v.12, centrandolo el castillo de Torreparedones en una extensión de terreno de 1 km². El mapa de alturas resultante (Fig. 10), se ha introducido en el motor de juego, con cuyas herramientas se ha suavizado el aterrizamiento generado por el paso de malla.

Para aportar realismo al resultado final, se ha introducido vegetación potencial de la comarca en época medieval y que prácticamente ha desaparecido debido a la intensa explotación agrícola 11.

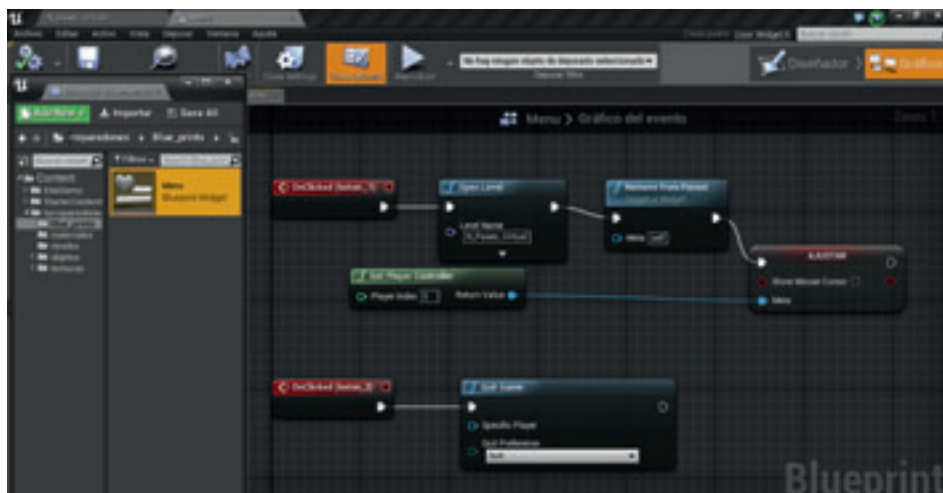
Las texturas empleadas en los materiales se han configurado a través de un editor de diagramas de flujo o nodos del motor de juego (Fig. 11), donde se controlan infinidad de parámetros de la misma. También se han creado los diferentes eventos que ocurren en el escenario, mediante *Blueprints* (Fig. 12), o elementos de programación mediante un sistema de scripting basado en nodos, donde se han creado las funcionalidades y comportamientos de nuestro espacio virtual.



10. Height maps, raster image of elevations digital model of Torreparedones

11. Nodes editor interface of the material of castle walls

12. Blueprints editor interface (the relevant to the initial menu is displayed)



12

Cuando el observador discurre por el escenario virtual, las operaciones de renderizado en tiempo real generan distintas salidas de información al usuario (referentes a las estructuras del castillo, sus funciones o historia) según la acción que el usuario lleve a cabo, ya sea con un acercamiento del personaje a los objetos o accionando el teclado, con una interacción explícita entre éste y el escenario (Figs. 13, 14 y 15).

Conclusiones

La finalidad del escenario virtual es introducir al usuario en un ambiente informático artificial, que aplicado al Castillo de Torreparedones consiste en mostrar en tiempo real una recreación interactiva en 3D de la hipótesis reconstructiva planteada a raíz de los datos tomados en las excavaciones arqueológicas, mostrando información de éstos. Siendo esta hipótesis más acertada en aquellas zonas del yacimiento medieval, que se encuentran mejor conservadas (torre del homenaje y patio de armas) y dejando abierta

a la posibilidad de nuevas idealizaciones en zonas de escasas huellas arqueológicas en el recinto Este, sobre todo el acceso desde el exterior del recinto auxiliar al castillo, cuya ubicación exacta aun no se ha podido documentar con el estado actual de las excavaciones.

La generación de un escenario interactivo virtual tiene el inconveniente de la gran cantidad de datos a procesar en tiempo real para tener un grado aceptable de sensación de estar inmerso en el mismo, debiendo buscar un equilibrio entre ambos. Aspecto que mejora con el avance en la potencia gráfica de los ordenadores.

El escenario virtual interactivo del patrimonio cultural puede complementarse y/o implementarse a otros escenarios virtuales, como los sistemas 3D basados en realidad aumentada o los vídeos inmersivos 12.

El resultado del escenario obtenido es una forma novedosa de representar el patrimonio, con la ventaja de mostrar la información sobre las distintas estructuras, características

Due to the amount of modellings to render of the castle and the terrain, the loop display, intervention, and rendering must run with a frequency of frames per second (fps) high enough that the user does not perceive it as a succession of static images, making him feel immersed in the scenario, looking for a balance between fps and how realistic the Castle is, establishing a minimum of 30 fps.

To generate a movement surface large enough, it has been used a digital terrain map with a grid spacing of 5 m., geodetic reference system ETRS89, with UTM projection from the National Geographic Institute 10. DTM treatment has been done with the open source software gvSig_v.12, centering Torreparedones Castle on a terrain area of 1 km². The resulting height map (Fig. 10), has been introduced in the game engine, using its tools to soften the terracing generated by the grid spacing.

To add realism to the final result, it has been introduced potential vegetation of the region in medieval times, that has practically disappeared due to intensive farming 11. The textures utilized in the materials have been configured using a flow chart editor or game engine nodes (Fig. 11), where a huge number of parameters are controlled. Using Blueprints, the different events happening on stage were also created (Fig. 12), or programming elements by a scripting system based on nodes, where the functionality and performance of our virtual space have been created.

When the observer runs around the virtual scenario, rendering operations in real time generate different information outputs to the user (concerning the castle structures, its functions or history) according to the action that he carries out, either approaching to objects or using the keyboard, with an explicit interaction between him and the scenario (Figs. 13, 14 and 15).

Conclusion

The purpose of the virtual scenario is to introduce the user in an artificial computing environment, which applied to Torreparedones Castle consists in showing in real time a 3D interactive recreation of the reconstructive hypothesis set out as a result of data taken



13. Captura del escenario virtual interactivo, con activación de la ficha informativa

14. Ampliación de la ficha informativa emergente

15. Captura de imagen del escenario virtual interactivo

13. Capture of the interactive virtual scenario, with activation of the factsheet

14. Enlargement of the pop-up factsheet

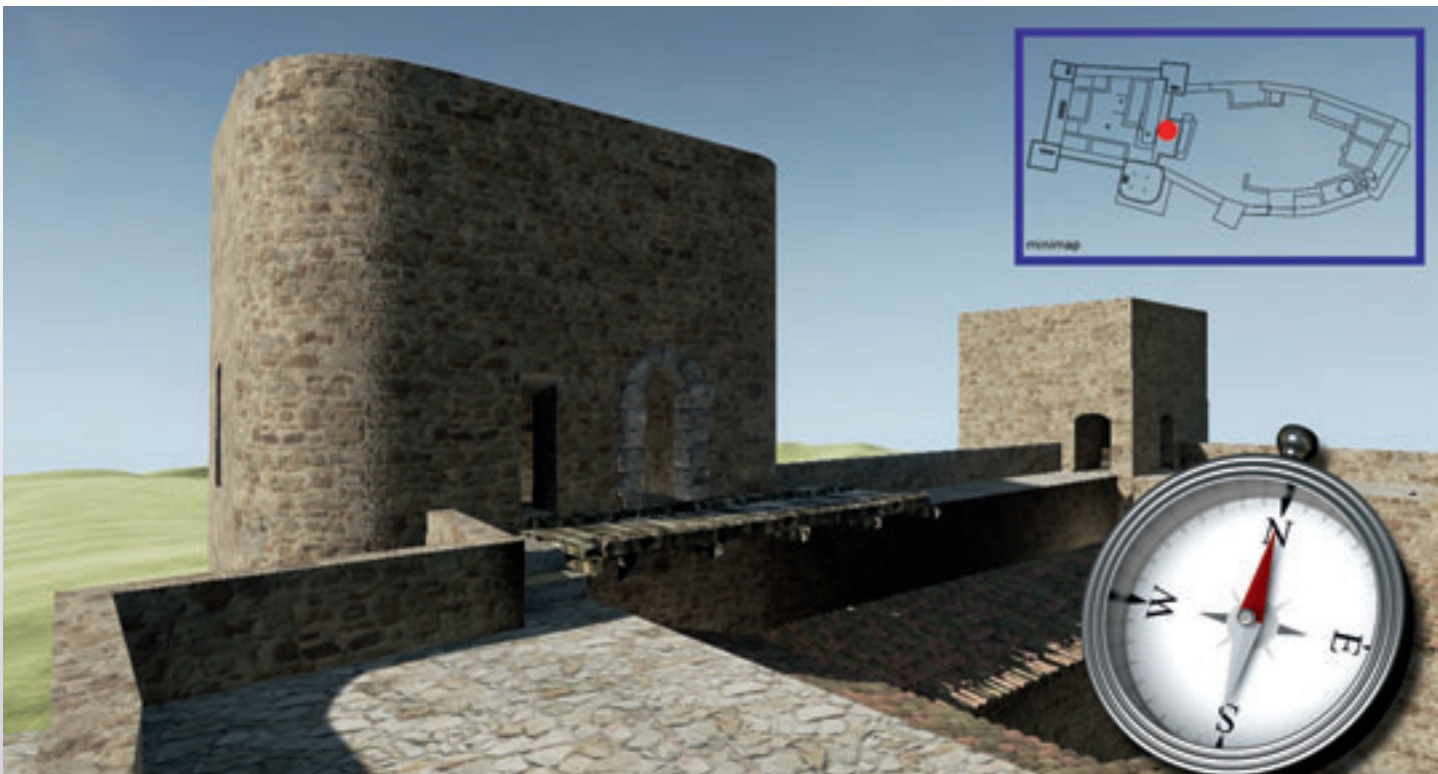
15. Image capture of the interactive virtual scenario



13



14



15



e historia de la fortaleza, en tiempo real y a demanda del observador, que obtiene una idea clara de la hipótesis reconstructiva planteada y mejora las percepciones sobre la dimensión y funcionalidad de los espacios. ■

Referencias

- 1 / CÓRDOBA, R. *El castillo de Castro el Viejo, Torreparedones. Investigaciones arqueológicas (2006-2012)*. (C. Márquez, J. A. Morena, R. Córdoba, A. Ventura, eds.), Córdoba, Ayuntamiento de Baena, 2014, 131-139.
- 2 / CÓRDOBA, R. "La excavación arqueológica del castillo bajomedieval de Torreparedones (Baena, Córdoba)", *Actas de las II Jornadas de Fortificaciones Medievales*, Aguilar de la Frontera.
- 3 / PRIETO ALBERCA, M. *Fundamentos Geométricos del Diseño en Ingeniería*. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños, 1992. 250p. ISBN: 9788488467003.
- 4 / Unreal Engine 4 Documentation, 2015. Epic Games. <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/index.html>.
- 5 / TRACY, S., REINDELL, P. *CryENGINE 3 Game Development Beginner's Guide*. Birmingham. Pack Publishing: 2012. 332p. ISBN: 978-1-84969-200-7.
- 6 / MORA FIGUEROA, L. 1994. *Glosario de Arquitectura defensiva Medieval*, Cádiz.
- 7 / MADRID-DE LA FUENTE, C. "Reconstrucción fotorrealista tridimensional del castillo de Aguilar de la Frontera (Córdoba)" *Virtual Archaeology Review*. Abril 2010. Vol.1-1 p.129-133.
- 8 / NAVAREÑO, A. 1988. El castillo bajomedieval: arquitectura y táctica militar. *Gladius*, nº 18, pp. 113-152. <http://gladius.revistas.csic.es/index.php/gladius/article/view/111/112>.
- 9 / VALLEJO, D., MARTÍN, C. *Desarrollo de Videojuegos: Arquitectura del motor de videojuegos*. 1ª edición. Madrid. Bubok: 2012. 288p. ISBN: 978-84-686-1057-3
- 10 / Modelo digital del terreno con paso de malla 5 m. 2009-2013. Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do?codFamilia=MDT05>.
- 11 / *Cuadernos de la Trashumancia*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 1994, nº 22. Madrid: Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. ISBN: 978-84-491-1120-1.
- 12 / PINTARIC, P., NEUMANN, U., RIZZO, A. Immersive Panoramic Video. Proceedings of the eighth ACM international conference on Multimedia, p 493-494. ISBN:1-58113-198-4. <http://dx.doi.org/10.1145/354384.376408>.

at the archaeological excavations, displaying information of them. Being this hypothesis more accurate in those areas of the medieval site which are better preserved (Homage Tower and armament patio), and keeping open the possibility of new idealizations in areas of lacking archaeological marks of the east enclosure, especially the access from outside of the castle ancillary area, whose exact location has not yet been able to document with the current state of the excavations. Generating a virtual interactive scenario has the disadvantage of the large amount of data to be processed in real time to have an acceptable level of sensation of being immersed in it, and a balance between them must be looked for. Aspect that improves with the advance in graphics computing power. The interactive virtual scenario of cultural heritage can complement and / or implement to other virtual escenarios, such as 3D systems based on amplified reality or immersive videos 12.

The result of the scenario obtained is a novel way of representing the heritage, with the advantage of displaying information in real time about the different structures, characteristics and history of the fortress, as observer demands, who get a clear idea of the reconstructive hypotheses set out, and improve the perceptions about the dimensions and functionality of spaces. ■

References

- 1 / CÓRDOBA, R. *El castillo de Castro el Viejo, Torreparedones. Investigaciones arqueológicas (2006-2012)*. (C. Márquez, J. A. Morena, R. Córdoba, A. Ventura, eds.), Córdoba, Ayuntamiento de Baena, 2014, 131-139.
- 2 / CÓRDOBA, R. "La excavación arqueológica del castillo bajomedieval de Torreparedones (Baena, Córdoba)", *Actas de las II Jornadas de Fortificaciones Medievales*, Aguilar de la Frontera.
- 3 / PRIETO ALBERCA, M. *Fundamentos Geométricos del Diseño en Ingeniería*. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños, 1992. 250p. ISBN: 9788488467003.
- 4 / Unreal Engine 4 Documentation, 2015. Epic Games. <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/index.html>.
- 5 / TRACY, S., REINDELL, P. *CryENGINE 3 Game Development Beginner's Guide*. Birmingham. Pack Publishing: 2012. 332p. ISBN: 978-1-84969-200-7.
- 6 / MORA FIGUEROA, L. 1994. *Glosario de Arquitectura defensiva Medieval*, Cádiz.
- 7 / MADRID-DE LA FUENTE, C. "Reconstrucción fotorrealista tridimensional del castillo de Aguilar de la Frontera (Córdoba)" *Virtual Archaeology Review*. Abril 2010. Vol.1-1 p.129-133.
- 8 / NAVAREÑO, A. 1988. El castillo bajomedieval: arquitectura y táctica militar. *Gladius*, nº 18, pp. 113-152. <http://gladius.revistas.csic.es/index.php/gladius/article/view/111/112>.
- 9 / VALLEJO, D., MARTÍN, C. *Desarrollo de Videojuegos: Arquitectura del motor de videojuegos*. 1ª edición. Madrid. Bubok: 2012. 288p. ISBN: 978-84-686-1057-3
- 10 / Digital terrain map with a grid spacing of 5 m. 2009-2013. Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do?codFamilia=MDT05>.
- 11 / *Cuadernos de la Trashumancia*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 1994, nº 22. Madrid: Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. ISBN: 978-84-491-1120-1.
- 12 / PINTARIC, P., NEUMANN, U., RIZZO, A. Immersive Panoramic Video. Proceedings of the eighth ACM international conference on Multimedia, p 493-494. ISBN:1-58113-198-4. <http://dx.doi.org/10.1145/354384.376408>.