



0

1

1

2

3

5

8

13

21

34

35

39

144

233

377

610

987

587

De trazos, huellas e improntas

(eds. Carlos L. Marcos, Pablo J. Juan Gutiérrez,
Jorge Domingo Gresa y Justo Oliva Meyer)

4.	Relazioni tra rappresentazione e architettura in Inghilterra tra Sette e Ottocento: la teoria degli archi obliqui.....	415
	Stefano Chiarenza	
5.	Las perspectivas de Schinkel para el Altes Museum de Berlín.....	425
	Víctor Hugo Velásquez Hernández	
6.	Edificios y decoraciones arquitectónicas de tipo mixtilíneo en Villa Adriana: documentación, análisis y restitución virtual de fragmentos dispersos.....	435
	Benedetta Adembris; Francisco Juan Vidal; Luca Cipriani; Filippo Fantini; Gianna Bertacchi	
7.	"La mano, hermana del ojo". Proyecto, maqueta y dibujo en el Taller de Le Corbusier.....	445
	Miguel Ángel de la Cova Morillo-Velarde	
8.	Libretas de faltriquera de Manuel Baquero Briz.....	455
	Santiago Elía García; Jesús Estepa Rubio; Antonio Estepa Rubio; Ángel B. Comeras Serrano	
9.	Il Mausoleo di Galla Placidia e le Digital Humanities per lo studio e la comunicazione di beni culturali architettonici.....	465
	Manuela Incerti; Gaia Lavoratti; Sara D'Amico; Stefano Giannetti	
10.	Interfaces de visualización en los concursos de arquitectura.....	475
	Mercedes Carbonell Segarra; Asunción Díaz García	
11.	AHBIM come sistema di rappresentazione complesso dei beni architettonici.....	485
	Stefano Brusaporci; Pamela Maiezze; Alessandra Tata	
12.	La gran maqueta de Pompeya. Precedente de los actuales sistemas de información.....	495
	Adriana Rossi; Pedro M. Cabezas Bernal	
13.	Sull'architettura del Medio Oriente: modelli digitali e scenari virtuali per la rappresentazione.....	501
	Francesca Picchio; Monica Bercigli; Raffaella De Marco	
14.	Los enjarjes de la bóveda estrellada de la sala capitular del monasterio de Santa María (Simat de Valldigna, Valencia, España). Análisis geométrico.....	511
	Esther Capilla Tamborero	
15.	El dibujo como herramienta de investigación en la eficiencia energética. Horizonte 2020.....	521
	Ernesto Echeverría Valiente; Flavio Celis D'Amico; Fernando da Casa Martin	
16.	L'Edicola dell'Averinga. Nuovi contributi alla conoscenza, alla valorizzazione e alla fruizione.....	531
	Francesco Di Paola; Giovanni Fatta; Calogero Vinci	
17.	Il rilievo come strumento di investigazione del processo di trasformazione: spazio urbano e luoghi della memoria.....	541
	Marcello Balzani; Federica Maietti	
18.	La realidad virtual en la difusión del patrimonio arquitectónico. El caso de Fontilles.....	551
	Eduardo Baviera Llópez; Jorge Llopis Verdú; Jorge Martínez Piqueras; José Luis Denia Ríos	
19.	Softarquitecturas fallidas.....	559
	Aitor Goitia Cruz	
20.	Diseño gráfico y políticas editoriales: La construcción visual de <i>California Arts & Architecture</i> (193X-194X).....	567
	José Parra-Martínez; John Crosse	

La realidad virtual en la difusión del patrimonio arquitectónico. El caso de Fontilles

Eduardo Baviera Llópez; Jorge Llopis Verdú; Jorge Martínez Piqueras;
José Luís Denia Ríos

*Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio,
Universitat Politècnica de València*

Resumen

La virtualización del patrimonio para su conservación y difusión es una realidad que en los últimos años está mejorando la experiencia museística de los visitantes. Las cada vez más extendidas aplicaciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada son capaces de mostrar reconstrucciones virtuales de un bien cultural determinado de diferentes maneras mejorando la comprensión e interpretación del usuario.

Sin embargo, para conservar el rigor científico de estas reconstrucciones, se hace necesario desarrollar una metodología que se base tanto en un estudio histórico-arqueológico y un adecuado levantamiento del bien cultural que, además, contribuya a la conservación del mismo.

Se recogen algunos casos destacables en los que se ha usado la Realidad Virtual y Aumentada como técnica de musealización. Son buenos ejemplos para ver cómo estas técnicas mejoran la difusión del patrimonio en museos, sitios arqueológicos o, incluso, en internet. Además, se describe a grandes rasgos una metodología para el desarrollo de este tipo de aplicaciones basada en la experiencia y los resultados del proyecto de investigación titulado El Sanatorio de san Francisco de Borja de Fontilles. Modelo de análisis para la recuperación integral de complejos sanitarios de valor patrimonial (HAR2013-42060-R) financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España.

Palabras clave: Realidad Virtual; Realidad Aumentada; Virtualización del patrimonio; levantamiento digitalizado; Fontilles.

1. Introducción

El programa europeo Horizon 2020 incluye la investigación en patrimonio como uno de sus puntos estratégicos, focalizando su atención en la promoción de las herramientas digitales para la protección, puesta en valor y difusión del rico legado patrimonial de nuestro continente (Llopis Verdú 2017, p. 333). En plena era digital, la explotación de las TIC es una práctica común en la gestión de los recursos del patrimonio cultural.

La digitalización de documentos persigue tanto preservar los documentos originales como hacerlos accesibles a un gran número de usuarios. Los sistemas de levantamiento métrico digitalizado están muy extendidos y cada vez resultan más imprescindibles para la documentación del patrimonio. Sin embargo, toda esta documentación, cuya finalidad primera es la preservación entendida en un sentido amplio, puede ser utilizada también para la difusión de los valores culturales del patrimonio arquitectónico. En este sentido se hace necesaria una metodología para la generación de recreaciones virtuales de patrimonio arquitectónico (Rodríguez Moreno, 2016).

El empleo de las nuevas tecnologías para dar a conocer el patrimonio entre la población trasciende la mera reconstrucción gráfica dibujada y estática, pues incorpora elementos interactivos que permiten al usuario comprender de una manera más profunda los valores patrimoniales de un determinado bien cultural.

El desarrollo de aplicaciones fácilmente accesibles puede convertir la mera consulta informativa en una experiencia de inmersión en los contenidos a difundir. En este sentido, los sistemas de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) están expandiendo el límite de lo gráfico permitiendo una interacción con el usuario que mejora la comprensión integral del bien cultural.

Esta comunicación pretende describir el estado actual del arte revisando algunos casos destacables en los que aplicaciones de RV y RA se ponen al servicio de la difusión patrimonial. También se propone de manera sucinta una metodología básica para la creación y publicación de estas aplicaciones, partiendo de la propia experiencia desarrollada en el marco del proyecto de investigación *El Sanatorio de san Francisco de Borja de Fontilles. Modelo de análisis para la recuperación integral de complejos sanitarios de valor patrimonial* (HAR2013- 42060-R) financiado por el Programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

2. Descripción del estado del arte

Los trabajos de virtualización del patrimonio así como de arqueología virtual en general (restauración, recreación, anástilosis...) tienen como objetivo fundamental la difusión de sus resultados. Estos resultados comprenden modelos digitales, estáticos o animados, generalmente tridimensionales, que representan un objeto o una arquitectura –forma o espacio- en su estado actual u original.

Para su difusión, podemos hacer uso de técnicas ampliamente utilizadas en otros campos del conocimiento como en la medicina o el diseño arquitectónico. Hablamos de la Realidad Virtual y la realidad aumentada. Recientemente ha irrumpido en el panorama de las TIC una nueva técnica que consiste en una combinación de las dos anteriores y que recibe el nombre de Realidad Mixta (Fig. 1). A continuación analizamos el potencial que tienen estas técnicas para la difusión y preservación del patrimonio cultural.

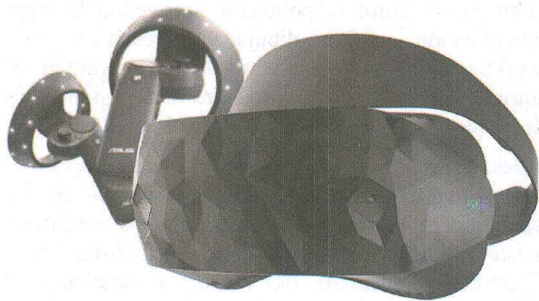


Figura 1. Gafas de Realidad Mixta de la compañía Asus. Incorporan dos cámaras frontales.

2.1. Realidad Virtual

Podríamos definir la Realidad Virtual como el entorno generado mediante tecnología informática en el que se muestran escenas u objetos tridimensionales y que crean en el observador la ilusión de estar inmerso en él. El grado de inmersión en el sistema de realidad virtual será mayor o menor dependiendo de la interfaz que se emplee (pantallas, proyectores, gafas VR...) y aumentará con el grado de interactividad del usuario con dicho entorno. De esta manera es posible llegar a simular una experiencia sensorial completa sumergiéndose en un ambiente completamente artificial sin percibir la realidad exterior.

La realidad virtual, además de tener usos relacionados con la medicina, la formación o el entretenimiento, está siendo cada vez más utilizada para la difusión del patrimonio cultural. Cada vez es mayor el número de museos que, por falta de espacio u otros recursos, se decantan por sistemas de virtualización para mostrar sus colecciones (Basso, 2017).

Como decimos, en un sistema de Realidad Virtual se busca el máximo aislamiento del usuario para sumergirlo en una realidad completamente distinta. En este sentido uno de los dispositivos más efectivos son las gafas VR que, acompañados de auriculares cerrados, logran este objetivo de manera satisfactoria. Así se ha realizado en el museo de la *Via Flaminia* de la antigua ciudad romana de Fano: tras un exhaustivo levantamiento 3D de los restos arqueológicos y su posterior estudio histórico, se reconstruyeron virtualmente los edificios y se desarrollaron dos aplicaciones diferentes de realidad virtual (Quattrini y Ruggeri, 2017). La primera permite la visualización de panoramas esféricos en los que se pueden apreciar los restos arqueológicos y su reconstrucción hipotética. Para ello solo se necesita un *smartphone* y un visor VR tipo Cardboard o similar. La segunda aplicación recrea el espacio del foro romano por el que el usuario puede moverse libremente e incluso acceder a la basílica de Vitruvio. En esta recreación el usuario interactúa con un espacio renderizado en tiempo real que requiere mayor capacidad de procesamiento que la que un móvil puede ofrecer a día de hoy. Es por ello que se ha optado por emplear las gafas VR HTC Vive junto con un ordenador en el que corre la aplicación.

Una de las ventajas más notables del uso de técnicas de Realidad Virtual es la posibilidad de deslocalización de la exposición. El hecho de que se genere un entorno

virtual completamente independiente de la realidad física permite reproducir la escena virtual en cualquier sitio siempre que se disponga de los dispositivos adecuados (ordenador, gafas VR...). De esta forma, sería posible acceder vía internet a una exposición virtual de, por ejemplo, una recreación arqueológica sin necesidad de visitar el yacimiento en cuestión (Fig. 2).

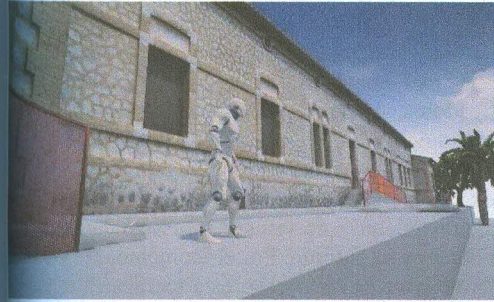


Figura 2. Aplicación de Realidad Virtual desarrollada para Fontilles. Pabellón Virgen de los Desamparados.

En este sentido, en los últimos años han aparecido una serie de sitios web en los que es posible visualizar, publicar y compartir contenido 3D online. Estas plataformas son verdaderos repositorios de modelos tridimensionales creados por particulares (artistas digitales, arqueólogos, arquitectos o simples aficionados al 3D) e instituciones (museos, fundaciones, universidades...). De entre ellos destacamos SketchFab por su funcionalidad, pues permite animar la escena 3D, editar la iluminación global, añadir sonidos, notas de texto..., y por su compatibilidad con dispositivos VR para lograr una experiencia de completa inmersión estereoscópica.

Un buen ejemplo de esta técnica de musealización virtual fue el desarrollo de una galería virtual con los capiteles del claustro románico de la Abadía de Sant Cugat del Vallés (Barcelona) (Cabezas Bernal y Rossi, 2017). Este trabajo hace hincapié en el proceso completo de la creación del museo virtual: desde el levantamiento de los capiteles mediante fotogrametría digital para su documentación hasta su exhibición virtual mediante SketchFab.

Para también como ejemplo el perfil en SketchFab de The British Museum. En su cuenta se cargan continuamente modelos digitales de objetos artísticos de su colección no expuesta de manera que pueden ser visualizados desde cualquier dispositivo en cualquier parte del planeta, propiciando la difusión

masiva del patrimonio y consiguiendo un completísimo museo online (Fig. 3).

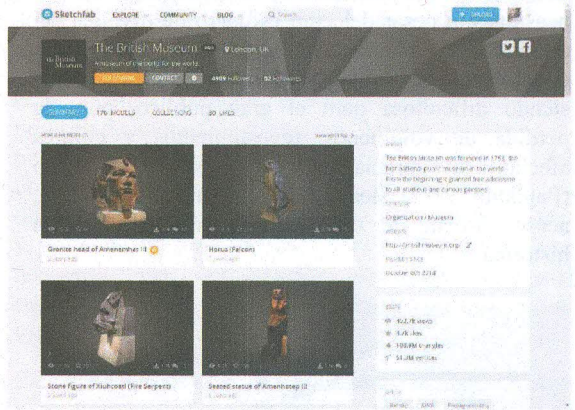


Figura 3. Página de The British Museum de Sketchfab.

2.2. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es el término que se usa para definir la combinación de un entorno físico del mundo real con elementos virtuales a través de un dispositivo tecnológico. Al combinar elementos físicos tangibles con otros virtuales se consigue enriquecer -aumentar- la configuración de una escena real. A diferencia de la Realidad Virtual, en la Realidad Aumentada el usuario no deja de percibir la realidad material del mundo físico.

Esta integración de un entorno físico con elementos virtuales con la que el usuario interactúa en tiempo real distingue dos tipos de técnicas: las que amplían el propio espacio con imágenes integradas directamente sobre el mismo e implican una experiencia colectiva (*projection mapping*, *video mapping*), y las que aumentan la realidad en tiempo real con el contenido disponible a través de una pantalla (Cazorla *et al.*, 2015). Estas últimas requieren al menos de una cámara digital que capte la realidad, una unidad de procesamiento que realice la computación gráfica (GPU) y un monitor donde se muestren los resultados del proceso. Actualmente, cualquier dispositivo móvil (*smartphone*, *tablet*...) de prestaciones normales contiene estos tres elementos y, si bien su capacidad es limitada, ya son capaces de ejecutar aplicaciones de Realidad Aumentada de manera satisfactoria. Existen otros dispositivos -menos extendidos debido a su alto coste- en los que el monitor queda integrado en unas lentes a modo de gafas (Microsoft Holo Lens, Google Glass...), de manera que la sensación de aumento de realidad es mayor.

Del mismo modo que la RV, la Realidad Aumentada también tiene numerosas aplicaciones en el campo de la difusión del patrimonio cultural (Fig. 4). En ocasiones, a pesar del gran esfuerzo de divulgación de numerosos estudios históricos y constructivos, la comprensión de algunos restos arqueológicos sigue siendo dificultosa para el gran público, pues la pérdida de volúmenes, revestimientos y colores afectan la apreciación del vestigio histórico (Pagliano, 2017), siendo necesaria una reintegración, acaso virtual, de un objeto o una arquitectura histórica.

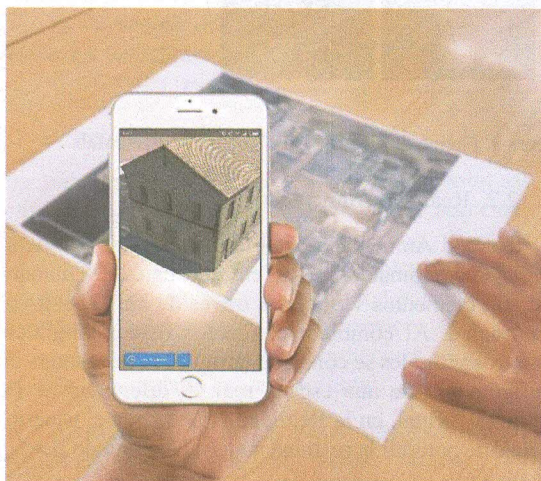


Figura 4. Aplicación de Realidad Aumentada desarrollada para Fontilles. Pabellón Central.

La idea es construir un modelo virtual tridimensional de aquello que se quiera mostrar y exponerlo al público. Para ello, dejando a un lado las técnicas de *video mapping*, encontramos dos posibilidades de distinto grado de complejidad técnica. La primera, más sencilla, consiste en utilizar marcadores (también conocidos como marcas o dianas), que no son otra cosa que soportes gráficos impresos en papel o cartón que al mostrarlos a la cámara del sistema permiten visualizar sobre ellos los modelos en pantalla. Esta técnica fue empleada en la Lonja de Valencia para mostrar una serie de elementos arquitectónicos representativos de esta sobre marcadores con referentes gráficos figurativos relacionados con los elementos que mostraban (Cazorla *et al.*, 2015).

Un caso similar es el de la musealización de *Il Sacello degli Augustali* en Miseno (Pagliano, 2017). Al tratarse de un sitio arqueológico se dispusieron

paneles explicativos con marcadores AR sobre los que muestran las reconstrucciones virtuales de los edificios del complejo. Además, es posible situar el modelo virtual sobre los propios restos arqueológicos, siempre que el marcador sea captado por la cámara del sistema. Para hacerlo posible, se insertaron las coordenadas de las ruinas en el modelo virtual considerando la posición del panel expositivo.

La segunda técnica es más compleja desde un punto de vista técnico. Consiste en aumentar la realidad de un objeto real sobre el mismo sin necesidad de usar marcadores, es decir, interpretando las características morfológicas del propio objeto para referenciar los objetos virtuales en el espacio. De esta forma el visitante puede moverse libremente sin restricciones de posicionamiento para visualizar la Realidad Aumentada del objeto y su entorno. Por el momento, el sistema más efectivo para llevar a cabo esta técnica es el Proyecto Tango desarrollado por Google. Ha de usarse en *smartphones* especiales con sensores de entorno adicionales que, junto al resto de sensores de un dispositivo estándar (acelerómetro, brújula...), son la base para las tecnologías de *Motion Tracking*, *Area Learning* y *Depth Perception* (es decir, rastreo de movimiento, aprendizaje de área y percepción de profundidad). (Nota: por el momento solo hay dos en el mercado: *Lenovo Phab 2 Pro* y *Asus Zenfone AR*) (Fig. 5). Esta técnica fue la elegida para la musealización del museo de la *Cité de l'Architecture et du Patrimoine* (*Palais de Chaillot*, París), en la que el visitante puede visualizar reconstrucciones virtuales en 3D simplemente encuadrando los yesos y maquetas del museo desde cualquier punto del mismo con un teléfono que permita Tango. (Cannella, 2017)



Figura 5. Asus Zenfone AR compatible con Project Tango.

3. Metodología para el desarrollo de aplicaciones RV y RA

3.1. Estudio histórico

Un levantamiento arquitectónico completo requiere, además de un minucioso trabajo de campo para obtener un modelo métrico detallado del edificio existente, una investigación documental sobre el mismo que nos permita comprender su origen y las demás vicisitudes que le han llevado a su estado actual. De esta manera seremos capaces de obtener un conocimiento completo al combinar toda la información disponible, tanto la que nosotros generamos (geométrica) como la ya existente (documental).

En este sentido, dentro del marco del proyecto de investigación al que hacíamos referencia anteriormente, se ha realizado una exhaustiva investigación consistente en el completo vaciado de la documentación existente al respecto del sanatorio, desde su fundación hasta nuestros días, haciendo especial hincapié en los aspectos arquitectónicos y constructivos. La mayor parte de esta información se ha encontrado en los fondos del Archivo Histórico de Fontilles y comprende desde documentos jurídicos y cartas del personal de administración hasta los planos, presupuestos y contratos de las obras de los pabellones, pasando por una infinidad de fotografías históricas de escenas cotidianas de la vida de los enfermos. También se han estudiado los números de la centenaria revista *Fontilles* así como algunas publicaciones y trabajos de investigación previos al nuestro.

3.2. Levantamiento digitalizado y edición del modelo

Un buen levantamiento métrico nos permite obtener un conocimiento técnico preciso y fiable del estado actual de una construcción determinada. Su forma y dimensiones conforman un modelo de información geométrica, tridimensional, a través del cual se puede analizar la obra y realizar una lectura histórica, proyectual y constructiva del edificio objeto de estudio.

Las nuevas técnicas de levantamiento comprenden aquellas que toman la información mediante sensores activos, como son el escáner láser terrestre, cuyas siglas en inglés son TLS (*Terrestrial Laser Scanner*), y sensores pasivos, como las técnicas que utilizan fotografías (*image-based*) tomadas desde diferentes

posiciones –lo que implica desplazamientos entre posición y posición– para generar una estructura o modelo tridimensional – y de ahí su nombre en inglés: *Structure from Motion* o por sus siglas SfM– mediante algoritmos fotogramétricos.

Estas técnicas –o mejor, la combinación de ellas– nos proveen de un modelo digital con bastantes millones de polígonos (*high-poly*) coloreados con la textura real del objeto. Esta cantidad masiva de información es difícilmente manejable si no es con software específico y, por tanto, no sería adecuado para la difusión. Se hace necesaria una optimización del modelo digital respetando el mayor grado de detalle posible con el menor consumo de memoria.

Para esta optimización son tres las operaciones necesarias, que han de realizarse en un programa de modelado 3D, a saber, *retopology*, *mapping* y *baking*. El *retopology* integra una serie de pasos de modelación 3D que permiten la reconstrucción manual de un modelo de alto detalle a base de polígonos cuadrangulares. A continuación creamos uno o varios mapas de coordenadas UV (*mapping*), que nos permiten parametrizar la textura del objeto (*baking*).

3.3. Reconstrucción gráfica

Las reconstrucciones arqueológicas deben responder a los principios de la carta de Sevilla sobre el reconocimiento de las fases interpretativas y tienen que restituir la corrección filológica de la reconstrucción digital (Quattrini y Ruggeri, 2017). En este sentido, estos trabajos deben basarse tanto en un minucioso estudio de toda la documentación histórica disponible (fotografías, dibujos, pinturas, textos científicos o literarios, comparaciones con otras arquitecturas...) como en el levantamiento digitalizado, arquitectónico o arqueológico.

En el proyecto de Fontilles, la reconstrucción gráfica de cada una de las fases se ha abordado desde dos enfoques diferentes. El primero tiene que ver con la restitución geométrica de las fotografías antiguas de que disponemos, mientras que el segundo se centra en el estudio estratigráfico de las fábricas en su estado actual. En ambos procedimientos, el modelo digital texturizado de los edificios ha constituido el soporte fundamental que ha permitido acotar las dimensiones de cada hipótesis gráfica.

3.4. Desarrollo de las aplicaciones RA y RV

Una vez ya hemos editado y optimizado cada uno de los

modelos digitales, es el momento de iniciar el desarrollo propiamente de la aplicaciones. Para ello es necesario contar con un motor de videojuegos, un software que integra una serie de rutinas de programación para el desarrollo y reproducción de un videojuego. En nuestro caso hemos escogido Unreal Engine 4 para la aplicación de Realidad Virtual y Unity 5 para la aplicación de Realidad Aumentada.

Los motores de juego, en general, facilitan el desarrollo de cierta interactividad mediante la creación de eventos. Esto nos puede servir para mostrar información extra del edificio mediante menús interactivos, puntos de interés, planos que indiquen la posición del usuario mientras se desplaza... Mientras que en Unity es necesario realizar sencillos scripts en C# para diseñar las diversas funcionalidades, en Unreal, en cambio, todo ello se gestiona a través de Blueprints Visual Scripting, un sistema gráfico de programación con nodos que no requiere de código (Fig.6).

Por último, antes de exportar el resultado y generar el archivo ejecutable de la aplicación, conviene configurar la resolución para el medio al que va destinada la aplicación, pues no tienen la misma capacidad de computación gráfica un móvil o tableta que un ordenador.



Figura 6. Desarrollo en Unreal Engine 4 del sistema de Blueprints para el diseño de funcionalidades.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se han descrito las técnicas actuales de Realidad Virtual y Realidad Aumentada cuya potencialidad práctica al servicio de la difusión de los valores del patrimonio cultural ha quedado constatada en una serie de casos notables en los que la virtualidad complementa positivamente a la museografía tradicional.

En este sentido, aunque la virtualidad representa una manera importante de enriquecer la visita, el público también demanda ver los objetos en persona y experimentarlos activamente (Accardi *et al.*, 2016). Conservar los objetos en depósitos y reemplazarlos virtualmente con instrumentos digitales y monitores no es suficiente, y por ello la gestión de la dualidad de innovación tecnológica y tradición museográfica es fundamental.

La metodología de trabajo que proponemos parte del estudio histórico y del levantamiento digitalizado de un bien cultural para desarrollar aplicaciones RV y RA que reconstruyan virtualmente su configuración morfológica original. De esta manera, el desarrollo de aplicaciones de RV y RA debe promover la mediación cultural para aumentar el valor de la obra y su comprensión, haciéndola más atractiva para el público que experimentarla en un entorno simulado o directamente en un museo. Esto debe hacerse siguiendo siempre los Principios de Sevilla, representando las incertezas que subyacen en la reconstrucción filológica llevada a cabo, sin incurrir en falsos históricos, para permitir la conservación integral de todos valores patrimoniales de un bien cultural.

Referencias

- Accardi, A. R. *et al.* (2016) "Digital museums of the imagined architecture: an integrated approach to the definition of cultural heritage's knowledge paths", *Disegnarecon*, (9) (Virtual Museums of Architecture and Cities).
- Basso, A. (2017) "La realtà virtuale come metodologia di sviluppo di nuove figure professionali: gestione e condivisione del cultural heritage in ambito museale, riabilitazione cognitiva e progettazione architettonica", 39 *Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Territori e frontiere della rappresentazione*. Napoli: Unione Italiana per il Disegno, pp. 1617-1623.
- Cabezos Bernal, P.M. y Rossi, A. (2017) "Tecniche di musealizzazione virtuale. Galleria 3D per la fruizione della cultura romana", 39 *Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Territori e frontiere della rappresentazione*. Napoli: Unione Italiana per il Disegno, pp. 597-604.

Cannella, M. (2017) "Per un tratto dell'architettura e della città: teorie e pratiche di realtà aumentata alla Cité de l'architecture et du patrimoine al Palais de Chaillot (Parigi)", 39 *Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Territori e frontiere della rappresentazione.2.* Napoli: Unione Italiana per il Disegno, pp. 1691-1698.

Cazorla, M. P. *et al.* (2015) "De la representación a la experiencia. Realidad Aumentada para la interpretación del patrimonio monumental de la Lonja de Valencia", *EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 20(26), pp.180-189.

Llopis Verdú, J. Ed. (2017) *Arquitectura y paisaje en el Sanatorio de Fontilles/Architecture and Landscape in the Sanatorium of Fontilles*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.

Pagliano, A. (2017) "Strategie comunicative per la valorizzazione dei beni culturali. La realtà aumentata per il Sacello degli Augustali a Miseno.pdf", 39 *Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Territori e frontiere della rappresentazione.* Unione Italiana per il Disegno, pp. 555-564.

Quattrini, R. y Ruggeri, L. (2017) "Virtual archaeological heritage. Fanum Fortunae 3D: dal rilievo alla fruizione tramite applicazioni di realtà immersiva", 39 *Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Territori e frontiere della rappresentazione.2.* Napoli: Unione Italiana per il Disegno, pp. 835-842.

Rodríguez Moreno, C. (2016) "Recreaciones virtuales de la Granada desaparecida'. Investigar, representar y divulgar la arquitectura del pasado con herramientas del siglo XXI". En: Echeverría Valiente, E. y Castaño Perea, E. Eds. *16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Alcalá de Henares (Madrid): Departamento de Arquitectura de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá, pp. 959-968.

Datos biográficos de los autores

Eduardo Baviera Llópez. Arquitecto (2012) y Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico (2017) por la Universidad Politécnica de Valencia. Su campo de investigación preferido es la topografía arquitectónica digitalizada y la virtualización aplicada al patrimonio. Actualmente trabaja con una beca de investigación predoctoral (FPU-MEC) en su tesis doctoral sobre la reconstrucción virtual de la Catedral de Valencia.

Jorge Martínez Piqueras. Licenciado en Arquitectura Técnica por la Universidad Politécnica de Valencia (2007). Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico (2009). Su campo preferido de investigación es el del dibujo arquitectónico y la reconstrucción virtual. Actualmente, está trabajando en su tesis doctoral con una beca de investigación predoctoral (FPI-MINECO) sobre la evolución arquitectónica del sanatorio Fontilles de San Francisco de Borja.

Jorge Llopis Verdú. Doctorado en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Valencia (1997). Miembro del Grupo de Investigación del Color del Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV. Sus campos de investigación preferidos son el análisis gráfico de la arquitectura y el análisis documental de la arquitectura patrimonial. Actualmente es el investigador principal del Sanatorio Fontilles de San Francisco de Borja. Trabaja en un Modelo de análisis para la recuperación integral de complejos sanitarios con valor patrimonial, mediante un proyecto de investigación financiado a través del programa nacional de investigación, desarrollo e innovación orientado a los desafíos que enfrenta la sociedad (HAR2013-42060-R).

José Luis Denia Ríos. Máster en ingeniería civil de la Universidad Politécnica de Valencia y doctor por la Universidad de Santiago de Compostela. Es profesor Titular de la Universidad Politécnica de Valencia, en el área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogramétrica. También es miembro del Instituto del Patrimonio Cultural de Valencia, y sus intereses de investigación se centran en la fotogrametría de corto alcance y el escaneo láser 3-D.