

# ACTAS de las II JORNADAS de Museos y Colecciones Museográficas Permanentes de la Comunidad Valenciana

## NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN TURÍSTICA DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

3-4 de marzo de 2017 · l'Alfàs del Pi (Alicante)

Carolina Frías Castillejo y  
José Antonio López Mira (eds)



## **ORGANIZAN**

Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport -  
Dirección General de Cultura y Patrimonio  
Agència Valenciana de Turisme  
Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi (Alicante)

## **COLABORA**

Universidad de Alicante

## **COORDINACIÓN**

Carolina Frías Castillejo y José Antonio López Mira

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

Carolina Frías Castillejo (Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi)  
José Antonio López Mira (Dirección General de Cultura)  
Jaime Molina Vidal (Universidad de Alicante)  
Javier Muñoz Ojeda (Universidad de Alicante)

## **ACTAS**

Edición: Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi  
Diseño y maquetación: Andrés Díaz de Miguel  
Impresión: Gráficas Cervantes (Alicante)

ISBN: 978-84-697-7374-1  
Depósito legal: A-398-2017

# ACTAS

II JORNADAS  
de Museos y Colecciones  
Museográficas Permanentes  
de la Comunidad Valenciana

## NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN TURÍSTICA DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

3-4 de marzo de 2017 · l'Alfàs del Pi (Alicante)

# ÍNDICE DE PONENCIAS Y COMUNICACIONES

## PONENCIA INAUGURAL

- Virtualizar un yacimiento para interpretar el pasado. La guía interactiva de realidad aumentada del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir, Javier Esclapés Jover, Carolina Frías Castillejo y Jaime Molina Vidal 14

## VIRTUALIZACIÓN DEL PATRIMONIO

### PONENCIAS

- Patrimonio Virtual: aplicación práctica del uso de nuevas tecnologías a la documentación y puesta en valor del patrimonio, Javier Esclapés Jover, Daniel Tejerina Antón, Laia Fabregat Bolufer, Jaime Molina Vidal, Francisco Javier Muñoz Ojeda 28
- Nuevas tecnologías al servicio de la difusión y socialización del arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica, Juan Francisco Ruiz López 38
- La fotogrametría como herramienta para la documentación arqueológica: el formato tridimensional y su capacidad para la comunicación arqueológica, Marco Aurelio Esquembre Bebia y José Ramón Ortega Pérez 54
- Fotogrametría de restos arqueológicos subacuáticos. El modelo del Pecio Bou Ferrer, José Antonio Moya Montoya y Francisco Javier Muñoz Ojeda 70

### COMUNICACIONES

- Detección, registro y análisis de yacimientos mediante el uso de drones: las alquerías islámicas de Albacete, José Luis Simón García, Ignacio Segura Martínez y Fernando Simón Oliver 82
- El empleo de las nuevas tecnologías como herramienta multidisciplinar en el Museo Paleontológico de Elche, Ainara Aberasturi Rodríguez, Ignacio Fierro Bandera, Daniel Vidal y José Manuel Marín Ferrer 91
- Recursos virtuales para mostrar el patrimonio arqueológico y monumental de Petrer (Alicante), Fernando F. Tendero Fernández y Eloi Poveda Hernández 98
- Demostradores Tecnológicos en el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, Carmen Bachiller Martín 106

# ÍNDICE DE PONENCIAS Y COMUNICACIONES

## APPS, NUEVAS TECNOLOGÍAS Y GESTIÓN TURÍSTICA

### PONENCIAS

Patrimonio y redes sociales: una alternativa para la divulgación, Mario Agudo Villanueva	112
Accesibilidad al patrimonio en las nuevas tecnologías, Paula Doncel Recas	120
Tecnologies geoespaciales aplicadas a l'arqueologia del paisatge, Ignasi Grau Mira	128
Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio, Rosario Navalón García	140

### COMUNICACIONES

Turisteando por nuestra ciudad, esa gran desconocida. "La llave de Elda", entre el patrimonio y la educación, Ana María Esteve López	155
Hacer accesible el patrimonio inmaterial. El proyecto del Museu Oral d'Agost, Jesús Peidro Blanes y Antonia López Abril	165
Itinerarios autoguiados: "memoria de arena", Francisco Javier Parrés Moreno	175

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA  
INTERPRETAR EL PASADO.  
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD  
AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE  
VILLA ROMANA DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI,  
ALICANTE)**

Javier Esclapés Jover<sup>1</sup>  
Carolina Frías Castillejo<sup>2</sup>  
Jaime Molina Vidal<sup>3</sup>

1. Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos (Universidad de Alicante)  
javier.esclapes@ua.es

2. Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi. cfrias@alfas.com

3. Departamento de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua (Universidad de Alicante)  
jaime.molina@ua.es

## 1.INTRODUCCIÓN

El principal reto de la interpretación del patrimonio es conseguir que el público disfrute en un museo, en una exposición o en un yacimiento arqueológico. La participación e implicación del visitante o usuario es un requisito fundamental para alcanzar los objetivos divulgativos de todo recurso patrimonial. Para alcanzar dichos objetivos tenemos a nuestra disposición infinidad de herramientas y estrategias que nos permitirán conectar a los usuarios con un pasado histórico que poco tiene que ver con su realidad cotidiana. Si establecemos esta conexión seremos capaces de atraer un mayor interés hacia espacios culturales y, por tanto, de crear una sociedad concienciada en la protección y conservación del patrimonio. Conseguiremos, pues, ensanchar la democratización del conocimiento, base del desarrollo de las sociedades del conocimiento en las que vivimos.

En los últimos años la virtualización del patrimonio se ha convertido en un recurso fundamental para la documentación, gestión y divulgación de bienes culturales. Como se observa en distintos trabajos del presente volumen, estas técnicas se pue-

den aplicar a un amplio espectro del flujo de trabajo arqueológico (conservación, documentación, restauración, etc.), pero resultan especialmente útiles para motivar e implicar a los usuarios de los recursos en la valorización patrimonial y turística de museos, parques arqueológicos, yacimientos musealizados y demás espacios de proyección cultural del patrimonio. Entre el conjunto de nuevos recursos divulgativos y expositivos que nos ofrecen las Nuevas Tecnologías (NT) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) hemos de destacar la realidad aumentada debido a sus enormes capacidades para enriquecer y complementar la visita a un yacimiento. Como se ha puesto de manifiesto en otras ocasiones (ESCLAPÉS *et alii*, 2013; RUIZ, 2011), se trata de una tecnología no invasiva, que no requiere de una gran inversión económica y que resulta atractiva a los usuarios por su carácter experiencial y lúdico.

Siendo conscientes de la versatilidad y adaptabilidad de la realidad aumentada, cuando llegó el momento de plantear la consolidación del yacimiento y del proyecto museográfico del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir decidimos desarrollar una investigación con el fin de



Figura 1.  
Visitantes del museo haciendo uso de la guía



Figura 2.  
Estado inicial (2008) y final (2011) de las termas

implementar dichos recursos en la visita a las termas de la villa. El trabajo conjunto entre el museo y el grupo de investigación Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante dio como resultado una guía interactiva y audiovisual que permite visualizar la reconstrucción virtual de los baños sobre los propios restos arqueológicos para comprender su funcionamiento. La realidad aumentada ha sido implementada en un Ipad, un dispositivo móvil muy común de nivel usuario, que introduce al visitante en un conjunto de reconstrucciones y recreaciones virtuales imprescindibles para la comprensión del conjunto arqueológico, dado el mal estado de conservación y a la descontextualización histórica de las estructuras. En cualquier caso, se trata de un recurso didáctico que se complementa con otros más tradicionales e igualmente válidos como paneles, vídeos, maquetas y teatralizaciones. (figura 1)

El Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir abrió sus puertas en el año 2011 como museo oficial de la Generalitat Va-

lenciana para mostrar al público los restos de una villa tardía de carácter aristocrático de la que, por el momento, se puede visitar el *balneum* y el *oecus*, una gran estancia absidiada con funciones de representación. La villa romana de l'Albir forma parte de uno de los conjuntos arqueológicos tardorromanos más interesantes de la provincia de Alicante. Se dio a conocer en la década de 1980 con las excavaciones dirigidas por José Guillermo Morote (MOROTE, 1986, 1990), trabajos que sacaron a la luz una extensa necrópolis, un mausoleo y parte de las termas de la villa. La fase más monumental del asentamiento corresponde con los siglos IV y V d.C., periodo en que se ha datado la construcción de las termas y del mausoleo. En 2008, después de que el yacimiento sufriera un importante proceso de degradación, se retomaron las excavaciones en la parcela que el Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi adquirió y protegió como zona arqueológica en 1987. Dichas intervenciones, llevadas a cabo por el Ayuntamiento y la Universidad de Alicante, permitieron recu-



**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.  
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA  
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**

perar el yacimiento y ejecutar un proyecto de puesta en valor que derivó en la creación del museo y de un servicio municipal de patrimonio histórico. (figura 2)

El proyecto de recuperación de la villa romana de l'Albir se inició con dos objetivos muy claros:

1) Ampliar el estado de conocimiento sobre la producción agrícola y el poblamiento rural en el sur de la Tarraconense durante el periodo bajoimperial, integrando así el yacimiento en la línea de investigación encabezada por el profesor Jaime Molina Vidal que está trabajando en otros asentamientos como la Villa de Rufio (Gianno dell'Umbria, Italia), el Clot de Galvany (Elche) o Picola (Santa Pola).

2) Convertir un yacimiento abandonado en un producto cultural complementario a la oferta turística de l'Alfàs del Pi focalizada en el *sol y playa*.

La proyección social del patrimonio en

la que se fundamenta el proyecto se plasmó desde el principio en iniciativas como jornadas de puertas abiertas, visitas guiadas durante el proceso de excavación y la inclusión del yacimiento en el programa de campos de trabajo juvenil del Instituto Valenciano de la Juventud. Estas acciones perseguían poner en valor el trabajo y la inversión económica que se estaba realizando, así como concienciar a la población sobre la necesidad de proteger y divulgar el patrimonio. La ejecución en 2011 de un proyecto arquitectónico para cubrir los restos del *balneum* y construir una pasarela perimetral dio lugar a la declaración del yacimiento como museo al aire libre (BARREIROS-FRÍAS-MOLINA, 2013). Tres años después se ampliaron los recursos didácticos del museo con la puesta en marcha de la guía de realidad aumentada, la mejora de los accesos y la construcción de una pequeña sala donde se proyecta un vídeo y se expone una muestra de las piezas encontradas en la villa. (figura 3)



Figura 3.  
Vista frontal del acceso al yacimiento e interior de la sala de exposición

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada es una tecnología que combina el mundo real con el virtual, permitiendo superponer dos épocas, la actual (real) y la histórica (virtual), dando como resultado una experiencia didáctica e innovadora. Desde el inicio del proyecto la investigación tecnológica, dirigida desde el equipo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante, se centró en ofrecer un sistema de realidad aumentada que permitiera al visitante visualizar la reconstrucción virtual de las termas sobre los restos del yacimiento de la forma menos invasiva posible. En el año 2014, cuando se puso en marcha la guía, esta tecnología ya era conocida, pero hoy en día, después del lanzamiento del Pokémon Go en el verano de 2016, es un recurso totalmente asimilado por el público.

Existían precedentes en el uso de realidad aumentada en yacimientos arqueológicos (TSCHEU-BUHALIS, 2016), aunque el proyecto del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir ha sido pionero en ofrecer una guía interactiva que muestra las reconstrucciones virtuales sobre el propio yacimiento mediante el uso de dispositivos móviles comerciales.

En un inicio se contempló la posibilidad de desarrollar una aplicación descargable desde los repositorios de Google y Apple con la intención de llegar a más público. Sin embargo, esta opción fue descartada por la incompatibilidad de algunos terminales con sistemas de realidad aumentada -principalmente de Google- y por el rechazo que genera de partida la descarga de una app: todo ello iba en perjuicio de la experiencia de usuario.

Después de replantear el sistema se concluyó que lo más apropiado era ofrecer los dispositivos en el yacimiento. Esta alternativa abrió nuevas puertas para proporcionar el mejor rendimiento digital posible, tanto en el contenido como en la imagen. El dispositivo utilizado fue el *Ipad Air*, ya que, tras varias pruebas, es el que ofreció un mejor rendimiento en el exterior con elevada iluminación solar gracias a su pantalla de retina de 9,7".

Para reforzar la experiencia de usuario el dispositivo viene acompañado de una funda con un diseño ergonómico que hace que su manejo sea sencillo e intuitivo. Además, está fabricada en goma EVA, material que le otorga resistencia a golpes y caídas. Este complemento ha permitido que la interacción entre el usuario y la guía sea lo más satisfactoria posible. (figura 4)

Figura 4.  
La funda ergonómica de la tablet





Figura 5.  
Proceso de escaneo de las termas

### 3. EL PROCESO DE TRABAJO

En el desarrollo de la guía participaron arqueólogos, arquitectos, informáticos e ingenieros del Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi y del grupo Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante, un equipo multidisciplinar que ha continuado trabajando en otros proyectos, algunos de los cuales se presentan en esta publicación. A continuación se detallan los aspectos más significativos de las fases del proyecto.

#### *Documentación 3D e interpretación*

La implantación de la guía fue posible porque desde el inicio se aplicó la tecnología al trabajo de registro arqueológico mediante el escaneo 3D de las termas y la fotogrametría (FABREGAT-TEJERINA-MOLINA-FRÍAS, 2013). Toda la documentación generada durante el proceso de excavación, las hipótesis, las interpretaciones y las propuestas de reconstrucción fueron el soporte para desarrollar una aplicación didáctica que, necesariamente, había de contar con una fuerte y rigurosa base arqueológica que dotará de contenido histórico al discurso interpretativo. Esta fase del flujo de trabajo,

fundamental pues la hipótesis general es la base interpretativa sobre la que se construye el discurso expositivo y las reconstrucciones digitales, fue desarrollada por Carolina Frías Castillejo y Jaime Molina Vidal. (figura 5)

#### *Recorrido y narrativa digital*

Como toda iniciativa didáctica, era necesario determinar qué historia queríamos contar a los usuarios. Desarrollamos un discurso basado en tres conceptos básicos:

1. El carácter rural y aristocrático de la villa romana de l'Albir
2. La importancia del baño en la cultura romana
3. El funcionamiento de las estancias termales

De estas tres ideas, la más laboriosa de plasmar era la tercera, ya que las termas de l'Albir presentan ciertas particularidades constructivas que dificultan su interpretación didáctica. En este punto, hemos de destacar la excepcional utilidad de la virtualización para mostrar al público estructuras que no se han podido musealizar, bien por su estado de conservación o bien porque era necesari-

rio simplificar el discurso narrativo. En un yacimiento resulta muy difícil trasladar al público de manera comprensible la complejidad arqueológica de sus fases históricas. En el caso de l'Albir, durante el proceso de excavación se detectaron en las termas dos grandes fases, a las que se suman diferentes procesos de reparación y reutilización de espacios una vez que los baños perdieron su función original. Cuando ejecutamos el proyecto de musealización seleccionamos la primera fase (2<sup>a</sup> ½ s. IV d.C.) como base del discurso interpretativo, por lo que estructuras como el horno de la segunda fase (s. V d.C.) no quedaron a la vista para facilitar la comprensión del primer circuito termal. Además, las segundas termas anulan y se superponen a elementos de la primera imposibles de integrar en la musealización. Por tanto, en la interpretación con medios tradicionales del museo, la modificación y ampliación de las termas tiene un papel poco relevante y ciertos detalles constructivos decidimos explicarlos sólo en las visitas guiadas. En cambio, la realidad aumentada nos dio la posibilidad de mostrar al público estructuras ocultas, por pertenecer a otras fases constructivas, como el horno de la fase 1 (anulado por el *hypocaustum* del *apodyterium* de la fase 2) o, estructuras inexistentes, como la cubierta aboveda-

da del *caldarium*. Los modelos virtuales han permitido visualizar y poner en contexto dos estructuras significativas de las termas que, de otro modo, estaban destinadas a permanecer escondidas o a ser explicadas de una manera parcial. (figura 6)

A partir de las tres ideas fundamentales enumeradas anteriormente se planteó un recorrido con siete puntos, cada uno de ellos con un modelo virtual apoyado en una locución. Durante el proceso de diseño del recorrido nos encontramos con un problema: existían contenidos didácticos previos (paneles y vídeo introductorio) y la parte visitable del yacimiento no era muy amplia, por lo que se corría el riesgo de solapar contenidos. Después de una cuidadosa redacción del guión, el resultado es la coexistencia de dos discursos que comparten contenidos, pero que se complementan, ya que evitamos repetir conceptos desarrollados en los paneles y en el vídeo. En la fase inicial del proyecto se valoró la eliminación de los carteles físicos y ofrecer los contenidos didácticos autoguiados únicamente con la guía de realidad aumentada. Sin embargo, esta idea fue descartada por dos motivos: por muy accesible que sea la interfaz, ciertos grupos poblacionales son reticentes al uso de la tecnología y nuestro



Figura 6.  
Modelo virtual del horno de la fase 1 (nodo 5)

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.  
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA  
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**

cometido es eliminar barreras, no crearlas. Además, podría ocurrir que, debido a problemas técnicos, las guías no estuvieran operativas y, en ese caso, el museo tendría que disponer de recursos alternativos mientras se solucionaba la incidencia.

Los contenidos de las paradas son los siguientes:

*Creación de contenidos multimedia*

A raíz del trabajo de documentación e interpretación se desarrollaron las recrea-



Nodo 0: Asistente: breve explicación del funcionamiento de la guía.



Nodo 1: contexto histórico y geográfico de la villa. Modelo virtual: exterior del edificio termal (fase 1).



Nodo 2: el circuito del baño. Modelo virtual: vista del *frigidarium*, *tepidarium* y *caldarium*.



Nodo 3: el sistema de calefacción. Modelo virtual: *caldarium*.



Nodo 4: el horno y el aljibe (fase 1). Modelo virtual: el horno.



Nodo 5: los trabajos arqueológicos en el yacimiento. Vídeo: imágenes reales de las campañas de excavación.

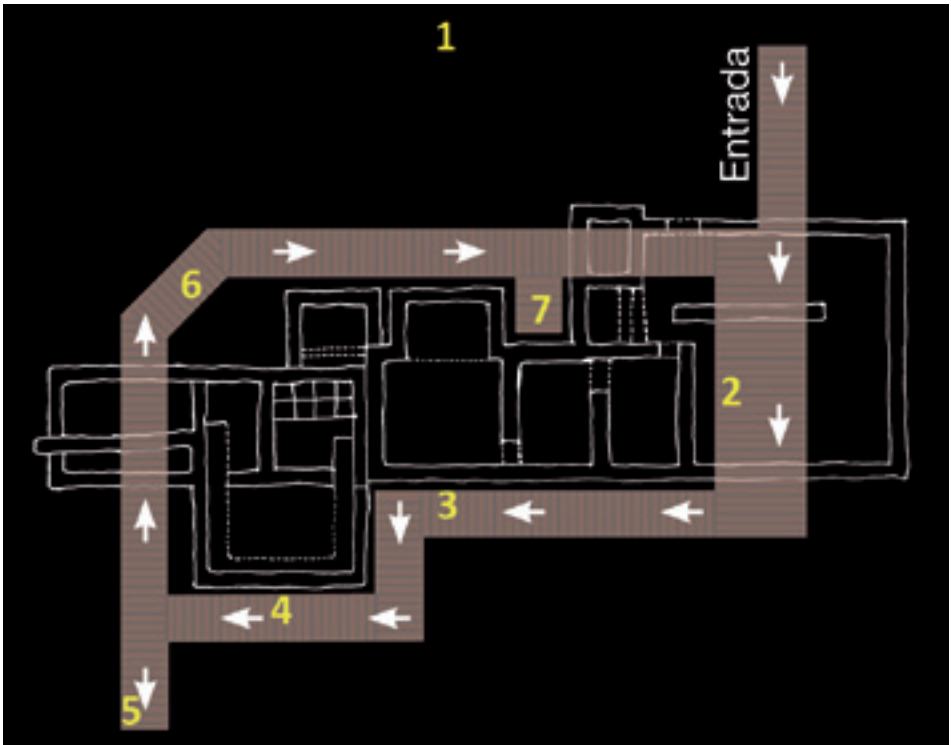


Nodo 6: la ampliación de las termas. Modelo virtual: *apodyterium* fase 2.



Nodo 7: despedida, carta de Plinio el Joven a Domicio Apolinar. Modelo virtual: vista general del interior de las termas. (figura 7)

Figura 7.  
Ubicación de los nodos en el recorrido de las termas



ciones 3D de las termas con un software específico de modelado y animación 3D (*Blender*). Para el modelado se aplicaron técnicas de esculpido digital (*Digital sculpt edit mode*) que, mediante el uso de tableta digitalizadora, alcanzaron altos niveles de detalle. Por otro lado, en el texturizado empleamos texturas procedurales para generar distintos efectos, hecho que, junto con las texturas mapas

de bits, ha logrado potenciar el realismo en los modelos 3D. El desarrollo de los modelos 3D fue realizado por Daniel Tejerina Antón y Laia Fabregat Bolufer, ambos integrantes del equipo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante. (figura 8)

Aunque el contenido principal de la aplicación son las reconstrucciones

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.  
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA  
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**



Figura 8.  
Proceso de mode-  
lado y texturizado

virtuales 3D de las termas, no hay que olvidarse de las locuciones que actúan de verdaderos asistentes para los visitantes. Los textos de los paneles y de las cartelas del museo están redactados en castellano, valenciano e inglés. En la guía incluimos uno más, el noruego, y existe la posibilidad de añadir idiomas de otras nacionalidades con fuerte presencia en el municipio y en la comarca, como el holandés, el alemán o el ruso. Las traducciones fueron realizadas por Antonio Martínez Pérez (valenciano), Richard Barreno González (inglés) y Elizabeth Marandi Ihlen (noruego). Para las locuciones contamos con la participación de especialistas en comunicación como Miguel Ángel Fernández García (castellano), Mireia Llinares Pérez (valenciano), Elizabeth Marandi Ihlen (inglés y noruego).

#### *Diseño y usabilidad*

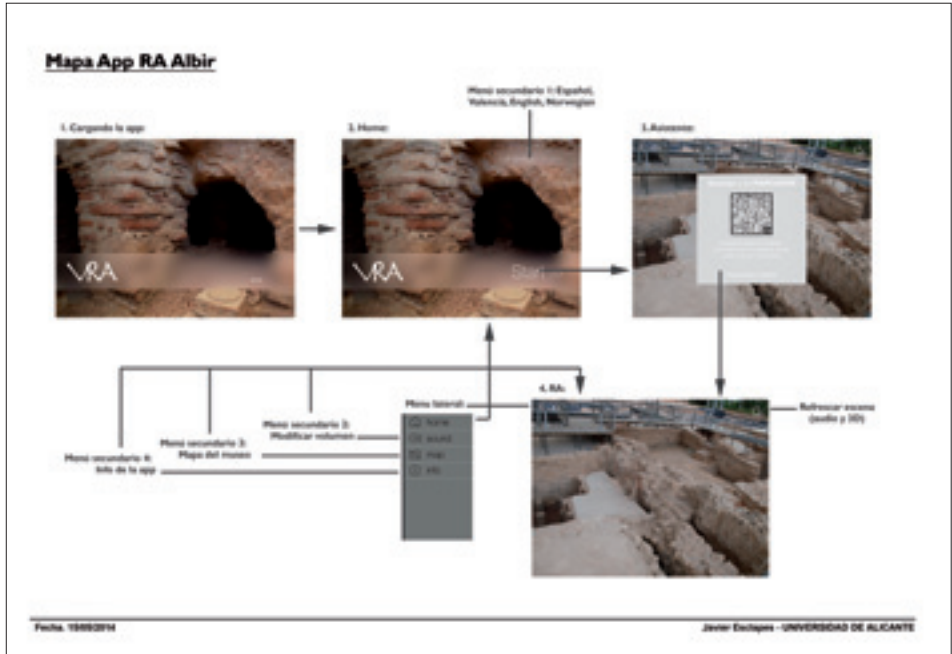
Hay que tener en cuenta que el público al que va dirigida la aplicación es muy

amplio, por lo que es posible que parte de los visitantes carezcan de experiencias tecnológicas previas. Por ello, con el fin de garantizar la accesibilidad de la guía, se optó por un diseño sencillo y usable.

La guía de visualización está formada por dos pantallas, una pantalla inicial donde el usuario puede elegir el idioma e iniciar la visita cuando esté listo, y una segunda pantalla, la principal de la aplicación, que refleja el mundo real y sobrepone los modelos 3D sobre el yacimiento. Desde esta pantalla se puede apuntar a un marcador y, de forma automática, se muestra la reconstrucción 3D sobre el yacimiento al tiempo que comienza una narración informativa sobre esa parte del yacimiento.

Al inicio de la aplicación se ha incorporado un breve tutorial explicativo sobre su funcionamiento. Una vez terminado el asistente, y en el momento en que la aplicación comienza a funcionar, cuando el usuario toca la pantalla se muestra un

Figura 9.  
 Diagrama del  
 diseño y funciona-  
 miento básico de  
 la aplicación



menú con las opciones volver atrás, ver mapa, quitar sonido e información de la aplicación. (figura 9)

### Programación de la aplicación

El desarrollo técnico de la aplicación se ha desarrollado con el software *Unity3D* integrando el *SDK* de *Vuforia*, herramienta de realidad aumentada. En este tipo de tecnología es esencial el correcto posicionamiento de un objeto 3D en el entorno real y, para conseguirlo, existen distintos sistemas de traqueo que permiten ajustar de forma adecuada el tamaño, la posición y la rotación del modelo virtual. Desde un inicio se planteó el uso de sistemas de traqueo poco invasivos con el entorno, como el traqueo 3D (*markerless*) o el traqueo por GPS, pero lamentablemente las condiciones lumínicas del yacimiento y la imprecisa tecnología GPS móvil no permitieron la implementación de estos sistemas. Finalmente se optó por un sistema de traqueo por marcadores que resultaba más estable y, por tanto, ofrecía una mejor experiencia al visitante.

Es necesario señalar que al sistema de traqueo se incorporó la función de traqueo extendido, lo que permite visualizar el contenido sin la necesidad de tener delante el marcador. Este hecho ofrece al usuario una experiencia más gratificante, ya que elimina la atadura de estar siempre controlando que la cámara mantenga siempre visión con el marcador y, además, agrega la capacidad de no limitar el tamaño del modelo 3D solo al área que tiene la cámara.

A lo largo del recorrido se han instalado marcadores en cada uno de los nodos, de este modo el visitante va indicando a la aplicación en qué punto se encuentra. Con el fin de no invadir el espacio arqueológico, los marcadores se situaron en la pasarela que rodea el yacimiento con unas pletinas inclinadas para que el marcador sea visualizado de forma óptima por la tablet. (figura 10)

El nodo 1 es la excepción, ya que en esta parada se diseñó un marcador cilíndrico conceptualizado para visualizar una maqueta virtual de las termas completa cuando el usuario rodea por su propio pie este espacio. (figura 11)



**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.  
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA  
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**

Desarrollamos un gestor de idiomas y un gestor de audio propio, lo que nos permitió crear una aplicación multilingüe para que todas las personas que visiten el yacimiento puedan disfrutar de este servicio. Además, es sencillo integrar nuevos idiomas en un futuro. Al mismo tiempo, tener nuestro propio gestor de audio nos ha permitido separar la activación del audio una vez se registra el marcador de la activación del modelo 3D.

La investigación no estuvo exenta de problemas, ya que la combinación de la iluminación natural y de los aspectos meteorológicos condicionó el funcionamiento estable de la aplicación. Esta dificultad, finalmente, se pudo salvar con la mejora del algoritmo base utilizado. El desarrollo técnico de la aplicación fue realizado por Javier Esclapés Jover, Antonio Pertusa Ibáñez, Alejandro Martín Málaga y Fernando García Cussó, profesores y colaboradores del grupo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante.

### *Implementación en el yacimiento*

Para implementar la aplicación en el yacimiento fue necesario un último trabajo de campo con la finalidad de realizar una calibración de todo el sistema, es decir, ajustar el tamaño, rotación y escala de



Figura 10.  
Detalle del marcador del nodo 3

los modelos 3D a su correspondiente en el yacimiento. Para realizar esta fase, se realizó una visita al yacimiento donde se midió la distancia entre los marcadores y las estructuras a las que van ligados, estos datos se importaron a *Unity*. Con este último trabajo se finalizó el desarrollo técnico de esta primera versión de la guía de realidad aumentada

### *Mantenimiento*

En todo proyecto tecnológico no hay que olvidar que se generan productos con obsolescencia, por ello es imprescindible preparar un calendario de actualizaciones -tanto software como hardware-, que incluya los correspondientes reajustes del sistema de realidad aumentada en el propio yacimiento.



Figura 11.  
Marcador cilíndrico del nodo 1

#### 4. CONCLUSIONES

La guía de realidad aumentada de la villa romana de l'Albir es el resultado de un proyecto de investigación e innovación tecnológica desarrollado en la Universidad de Alicante. En su concepción y ejecución han participado profesionales de diferentes ámbitos que, con un presupuesto de poco más de 7.000€, trabajaron durante dos años para generar una aplicación que funcionara correctamente sobre un dispositivo móvil en un entorno abierto con condiciones ambientales cambiantes. El resultado final ha sido altamente satisfactorio, como lo demuestra la buena acogida que ha tenido entre los usuarios del Museo durante los primeros tres años de funcionamiento. La guía se entiende como una herramienta atractiva para conocer el yacimiento entre los diferentes tipos de visitantes, sean o no usuarios habituales de tecnología. Su carácter innovador, unido a la calidad de los contenidos y a la sencillez de la interfaz explican el éxito alcanzado. Mediante la aplicación de unas técnicas creadas para la industria de los videojuegos, como es la realidad aumentada, hemos conseguido que los visitantes del museo se interesen por unas termas ro-

manas construidas en el siglo IV d.C., permitiéndonos desarrollar una guía que es un ejemplo de innovación en la interpretación del patrimonio arqueológico (RODRÍGUEZ, 2016:439; IVARS, 2016:428). La implementación de este tipo de tecnologías es la base para la generación de nuevas iniciativas para la mejora de la interpretación del patrimonio por parte de usuarios no especializados. Este tipo de proyectos, es interesante reiterarlo, no necesitan de elevadas inversiones económicas, tan sólo requieren una cuidada planificación y un buen equipo de trabajo que se vea arropado por el apoyo de los gestores políticos.

Como pone de manifiesto R. Navalón en esta misma publicación e investigadores como J. A. Ivars (2016: 427), hemos de adaptarnos a un nuevo escenario donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) juegan un papel fundamental en la demanda turística. Creemos que esta guía es, por tanto, un ejemplo de que el camino a seguir para que el turismo cultural tenga un protagonismo relevante en las políticas turísticas, es la incorporación de nuevos enfoques en la gestión del patrimonio.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARREIROS, L., FRÍAS, C. y MOLINA, J., 2013: "La musealización de las termas de la villa romana de l'Albir", *Actas del VI Congreso Internacional de musealización de yacimientos y patrimonio*, Toledo, pp. 177-185.
- FABREGAT, L., TEJERINA, D., MOLINA, J. y FRÍAS, C., 2012: "Anastilosis virtual con Blender: las termas del yacimiento Villa Romana de l'Albir (l'Alfàs del Pi, Alicante)", *Virtual Archaeological Review*, 3-6, pp. 45-48.
- IVARS, J.A., 2016: "Nuevos enfoques en la gestión turística: ¿hacia destinos turísticos inteligentes?", *Canelobre*, 66, pp. 427-433.
- ESCLAPÉS, J., et alii, 2013: "Sistemas de realidad aumentada para la musealización de yacimientos arqueológicos", *Virtual Archaeology Review*, 4-9, pp. 42-47.
- MOROTE, J. G., 1986: "El Albir", *Arqueología en Alicante (1976-1986)*, Alicante, pp. 57-60.
- MOROTE, J.G., 1990: "Necrópolis de El Albir (Alfaz del Pi, Alicante)", *Anales de la Academia de Cultura Valenciana*, Segunda Época, 66, pp. 119-129.
- RODRÍGUEZ, I., 2016: "Innovación y turismo: una aproximación al tema", *Canelobre*, 66, pp. 435-443.
- RUIZ, D., 2011: "Realidad aumentada y patrimonio cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural", *E-rph. Revista electrónica de patrimonio histórico*, 8, pp. 92-113.
- TSCHEU, F., y BUHALIS, D., 2016: "Augmented Reality at Cultural Heritage sites", en INVERSINI, A. y SCHEGG, R. (eds), *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* ENTER, Springer, pp. 607-619.

