

# La Realidad Virtual aplicada a la explotación sostenible del Patrimonio Arqueológico. Un caso éxito: la Cueva de Santimamiñe.

Sergio Barrera Mayo y Unai Baeza Santamaría

VIRTUALWARE. Basauri. Vizcaya. España

## Resumen

*Los conjuntos arqueológicos constituyen en sí mismos elementos de alto reconocimiento y relevancia cultural que requieren especial cuidado para su preservación y por su enorme vulnerabilidad. Sin embargo el uso de los mismos como recurso educativo, científico, cultural, turístico, económico..., en ocasiones no es compatible con la responsabilidad de protección y conservación del mismo, provocando daños irreversibles. Mediante la conjugación de las tecnologías apropiadas, se pueden realizar reconstrucciones virtuales a un alto nivel de detalle y conseguir transferir la riqueza del patrimonio arqueológico a la sociedad y respetar su conservación al mismo tiempo.*

**Palabras Clave:** REALIDAD VIRTUAL, CUEVAS VIRTUALES, RECREACIÓN VIRTUAL,

## Abstract

*Archaeological complex are important heritage elements that require special care because of its fragility and because of the need of spreading its richness to the society along the time. The archaeological heritage used as education, scientific, cultural, economical resource, sometimes does not combine with the duty of its protection and conservation because the unwise exploitation of archaeological sites can generate irreversible damage. Combining the appropriate technologies, a virtual reconstruction can be developed in a high quality level, allowing the massive tourism exploitation in a respectful way. This technology enables the communication and spread to future generations in the best conditions, adding an innovative value.*

**Key words:** VIRTUAL REPLICAS, VIRTUAL CAVE, VIRTUAL RECONSTRUCTION

## 1. Introducción

La Realidad Virtual es una tecnología capaz de reconstruir con un alto nivel de detalle y de la manera menos intrusiva la riqueza patrimonial contenida, con el objetivo de fortalecer las acciones de tutela. Las nuevas tecnologías permiten una nueva proyección a los contenidos patrimoniales integrando a cada individuo en un viaje por el pasado a la vez que por el presente cultural y tecnológico (RODRÍGUEZ, 2004). Utilizando las capacidades de los computadores actuales, junto con los sistemas de proyección inmersivos (pantallas estereoscópicas, domos, cascos de RV...) y partiendo de los datos obtenidos mediante escaneado 3D, se pueden conseguir réplicas virtuales con un grado de similitud altísimo a la realidad, al cual se agrega además el potencial comunicativo de las herramientas multimedia. "Santimamiñe, un paisaje milenario", es un claro ejemplo de aplicación de este paradigma de explotación.

## 2. La cueva de Santimamiñe

La cueva de Santimamiñe ha sido hasta su cierre, uno de los recursos tanto patrimonial como turístico más importante de la cornisa cantábrica, con una gran afluencia de público durante las últimas décadas. En su interior se encuentran importantes

conjuntos de arte rupestre, y además contiene un importantísimo valor tanto geológico como arqueológico. La explotación turística de este recurso patrimonial, desde su descubrimiento han conllevado un deterioro progresivo del arte rupestre contenido en sus salas de pinturas. Si a esto añadimos la aparición de formaciones vegetales que han invadido el ecosistema natural, debido a los artificios utilizados para permitir la visita al público; iluminación, barandillas, escaleras y demás instalaciones la solución inmediata para su conservación fue cerrar la entrada a la misma.

## 3. Realidad virtual

Para solucionar estos problemas de accesibilidad, existía hasta ahora una solución basada en réplicas físicas. Sin embargo la realidad virtual es una alternativa que presenta las siguientes ventajas frente a las maquetas físicas

- No requiere de un espacio de exposición muy grande si la réplica se realiza a escala real.
- El coste es relativamente menos elevado a la elaboración, además del tiempo que se necesita.
- Es una solución novedosa para el público actual.

- Elaboradas con altísima precisión, y no varía según los casos.
- Es una solución escalable
- No necesita una ubicación específica concreta y es portable.

Para beneficiar la puesta en valor de la arqueología, esta tecnología permite comunicar, difundir y transferir su riqueza a generaciones futuras en las mejores condiciones posibles gracias a su carácter respetuoso con el medio. La réplica virtual se realiza a partir de diferentes datos de entrada: láser escáner 3D, fotogrametría, fotografías...

#### 4. Escáner láser

Los escáneres 3D son instrumentos métricos de alta precisión que permiten la medición de los puntos de un objeto en sistemas de coordenadas tridimensionales. Es una herramienta de gran potencia para la catalogación por su precisión y por la rapidez en la captura de los datos. No es necesario entrar en contacto con el elemento a escanear puesto que se emplea un haz de luz láser que se propaga por el medio, siendo posible unir diferentes escaneados en un único proyecto. Este sensor robusto y totalmente portable diseñado para ser capaz de adquirir rápidamente imágenes tridimensionales de alta calidad, incluso bajo condiciones medioambientales adversas. En el interior del escáner, un espejo hace un barrido rápido y sistemático con el pulso del láser sobre el área elegida, registrando la distancia al mismo y su respuesta radiométrica.



Figura 1. Escáner Láser 3D FARO LS 880

El escaneado láser 3D (fig.1) es una tecnología que captura la forma de los objetos físicos. La tecnología reduce los costes de ingeniería, mejora la documentación e información de construcción ya ejecutadas, y ofrece otros métodos de dar valor añadido y perspectiva a la integración entre la documentación y la información de su estado en un instante determinado.

#### 5. Proceso de trabajo

En la creación de una réplica virtual se diferencian varias tareas que componen una “cadena de producción”, donde los datos se van transformando, alcanzando diferentes niveles de acabado. Inicialmente son datos en bruto exclusivamente numéricos y con escasa estructura, para finalmente convertirse en una aplicación mucho más compleja estructuralmente, que compone un escenario en realidad virtual muy natural y por ello fácilmente asimilable por los usuarios.

En la creación de una cueva virtual se diferencian varias tareas que componen una “cadena de producción”, donde los datos se van transformando, alcanzando diferentes niveles de acabado.

Inicialmente son datos en bruto exclusivamente numéricos y con escasa estructura, para finalmente convertirse en una aplicación mucho más compleja estructuralmente, pero que compone un escenario en realidad virtual muy natural y por ello fácilmente asimilable por los usuarios.

A continuación describimos brevemente las tareas para la generación de la recreación virtual de una cueva:

- **Captura de datos** en el campo necesaria para modelar la cueva:
  - Materialización del Datum: Se fija un sistema de referencia o Datum para desarrollar el trabajo geomático.
  - Escaneado Láser: Para obtener datos métricos de la cueva que se coloca en diferentes localizaciones de las salas obteniendo una nube de puntos en cada escaneado.
  - Fotografía digital: Un reportaje fotográfico es necesario para la generación de texturas de gran definición.
  - Análisis multiespectral: para caracterizar los elementos geoméricamente e información sinóptica temática extraída mediante sensores infrarrojos
- **Procesado de los datos en gabinete:** A partir del complejo modelo de puntos de la cueva completa, se procesa toda la información capturada para disponerla en el mismo sistema de referencia filtrando y optimizando los datos de partida (fig. 2)

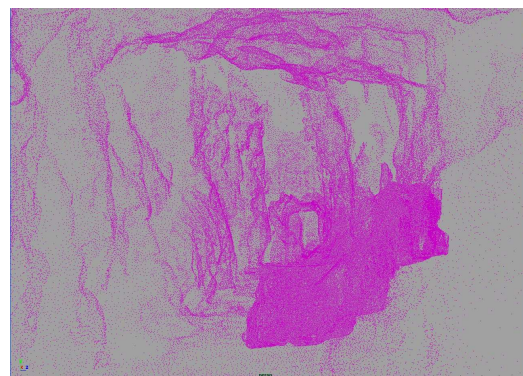


Figura 2: Representación de una porción de cueva mediante nube de puntos filtrada

- Preproceso de los datos del escáner 3D para unir la información en único modelo mediante fases de limpieza y registro de la misma.
  - Procesado de los datos Láser Escáner 3D: De la nube de puntos procesada, se aplica color y se optimiza el modelo homogéneo.
  - Tratamiento de los datos multispectrales: Análisis de fuentes de luz y decoloración de pinturas.
- **Generación del modelo virtual:** Partiendo de las mallas poligonales básicas ya generadas comienza el trabajo de modelado (fig. 3) que se basa en las siguientes fases:

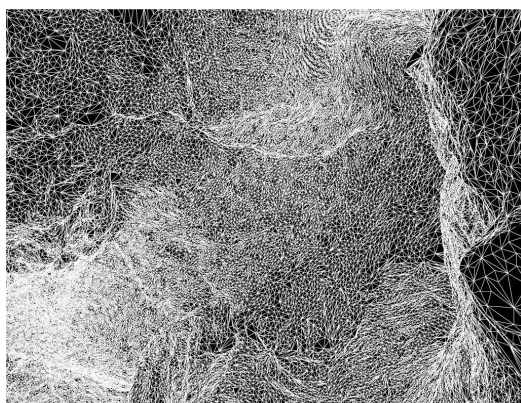


Figura 3: Representación en mallado poligonal

- Obtención del modelo continuo (Modelado poligonal): Proceso casi manual para modificar la topología de las redes de vértices interconectados que conforman la malla.
  - Aplicación de color e iluminación: Mediante texturas fotorrealísticas calculadas a partir de scripts en “High Level Shading Language” (HLSL) (PHARR, S 2004)), que consisten en una combinación de texturas a partir de las cuales se obtiene un material más complejo, basado en un modelo de iluminación (ZHUKOV et al, 1998), relieve, color y mapas especulares.
- **Desarrollo de la aplicación:** Se desarrolla un guión de contenidos basado en un inventario de los elementos importantes: espeleotemas, arte rupestre, etc y en documentación de expertos en cada materia:
- Animación de cámaras y desarrollo de interfaces y sistemas de manipulación: Mediante la generación de gráficos en tiempo real, permite configurar distintas visitas para cada tipo de público.
  - Inserción de información multimedia
  - Lógica de la aplicación: Adaptada al guión en función de los diferentes puntos de vista técnicos, visuales y de difusión. Se basa en un sistema capaz de interpretar autómatas de estados finitos consiguiendo una plataforma muy flexible y adaptable.

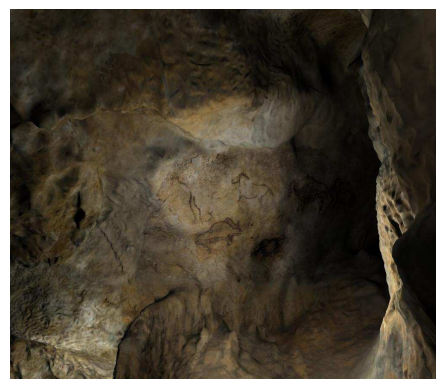


Figura 4: Imagen capturada de la aplicación en tiempo real de las pinturas rupestres de Santimamiñe

## 6. Carácter inmersivo

La tecnología de Realidad Virtual consigue una sensación inmersiva a través de diversos sistemas de proyección, incluyendo los sistemas de proyección de imagen estereoscópica, proporcionando una sensación de profundidad de la escena. En el caso de un entorno natural como una cueva, donde se tienen referencias a formas y objetos cercanos, la percepción de la profundidad se consigue de forma sensacional, haciendo la experiencia mucho más atractiva y espectacular, además de permitir la visualización de escenas virtuales a un elevado número de usuarios simultáneamente.

La solución instalada en la cueva de Santimamiñe ha consistido en una estación gráfica (fig.5) de altas prestaciones equipada con una tarjeta aceleradora 3D de la gama “nVidia Quadro”, un proyector BARCO Galaxy 7, equipado con tecnología Infitec, y un convertidor Cyviz XPO3 para la conversión de señal estereoscópica generada por nuestro software en una señal válida para el sistema BARCO. Para el soporte de proyección se ha utilizado una pantalla estereoscópica Stewart de gran formato (3,5 metros de anchura y 2,5 metros de altura), en su modalidad de retroproyección.

Además, para la correcta ambientación de la visita virtual, se ha instalado un sistema 5.1 digital, que nos ha permitido colocar fuentes de sonido posicional dentro de “cueva virtual”, potenciando la inmersión en el escenario.



Figura 5: Pantalla estereoscópica instalada en el centro de interpretación de la cueva de Santimamiñe

Inaugurada la réplica virtual en marzo de 2008, según el diario Deia, fue visitada por 2.500 personas durante las dos primeras semanas y la cifra semanal se mantiene en 300 asistentes.

## **Agradecimientos**

Este trabajo no hubiera sido posible primeramente sin la confianza depositada por parte de la Diputación Foral de Vizcaya. También nos gustaría agradecer a todos aquellos que directa o indirectamente han colaborado para hacer realidad este proyecto, en especial al equipo de trabajo de que ha trabajado durante largas horas para acabarlo en tiempos: David Moreno, Endika Ibáñez,, Mikel Silvosa, José Vázquez, Ibon Zulaika, Ruben Gonzalez, Iñaki Kintana, Jon Alegría, Iñaki Ruiz y Aida Otaola. Sin olvidar por supuesto a los socios Unai Extremo y Álvaro Barrios.

## **Bibliografía**

- PHARR, M.GREEN, S (2004). Ambient Occlusion. In R. Fernando (ed). GPU Gems: Tips, and Tricks for real time graphics. Chapter 17. pp. 279-292. Addison Wesley
- RODRÍGUEZ DE LAS HERAS, A.(2004): *Nuevas tecnologías y saber humanístico*, Madrid.
- ZHUKOV, S., A. IONES, Y G. KRONIN. (1998). *An Ambient Light Illumination Model*. Computer Graphics International, Rendering Techniques 98, Junio. pp 45-46.