

Comunicación presentada en el VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía  
TopCart 2004  
Madrid, 19 al 22 de octubre de 2004  
Organizado por el Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

# **Documentación Geométrica de un yacimiento arqueológico de gran extensión. El ejemplo de Contrebia Leukade (La Rioja)**

**José Manuel Valle Melón**

**Álvaro Rodríguez Miranda**

**Ane Lopetegi Galarraga**

Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio

Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura

Universidad del País Vasco

Edificio Institutos Universitarios, c/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz.

Web: <http://www.vc.ehu.es/docarq> email: [iipvamej@vp.ehu.es](mailto:iipvamej@vp.ehu.es)

## **RESUMEN**

*La investigación histórica en yacimientos arqueológicos de grandes dimensiones, requiere de un soporte gráfico con base geométrica en el que puedan ser referidos los hallazgos, reflejadas las épocas históricas, planificadas las intervenciones, diseñadas las soluciones constructivas o restauratorias, definidas las zonas afectadas de protección, etc. Al mismo tiempo, la medida supone una parte importante de la propia documentación de los restos arqueológicos, que aporta información cuantitativa de la forma, dimensiones y disposición espacial del conjunto del yacimiento y de cada uno de sus elementos constitutivos. La investigación se ve enriquecida por el enlace de las bases de datos gráficos y alfanuméricos. La posterior difusión de resultados, tanto a nivel técnico como popular, se ve beneficiada por un soporte geométrico consistente y sobre todo planificado.*

**Palabras clave:** *Documentación geométrica, topografía, fotogrametría de objeto cercano, modelos virtuales, anaglifos, multimedia.*

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Al margen de las implicaciones económicas, sociales, geográficas, etnográficas, y de todo tipo, que un yacimiento arqueológico pueda tener para el entorno en el que se asienta, un yacimiento arqueológico es, ante todo, un depósito de conocimiento sobre el que actuar para investigar y, en su caso, para conservar y transmitir. Las diferentes acciones que sobre este tipo de bienes se realizan, requieren de un soporte gráfico, con base geométrica, adecuado a cada una de ellas, que vendrá dado a su vez, por la adecuada dosificación de medios y esfuerzos a los resultados requeridos, siendo fundamental la definición de estos resultados a priori. Es decir, en la investigación arqueológica resulta necesario definir la precisión y el volumen de información geométrica, en cada una de las fases de intervención a desarrollar.

En el presente artículo se exponen las experiencias obtenidas en la documentación geométrica del yacimiento arqueológico de Contrebia Leukade, situado en Aguilar del Río Alhama (La Rioja), y que ha contado con la financiación del Servicio de Patrimonio Histórico Artístico, de la Consejería de Educación, Cultura, Juventud y Deporte, del Gobierno de La Rioja.

La documentación geométrica de elementos patrimoniales se ha plasmado tradicionalmente, en forma de planos de planta, alzados, secciones y perspectivas. Este conjunto de mapas y planos, han posibilitado no solo la medida a posteriori del elemento patrimonial, sino también la planificación de actuaciones del tipo: musealización, consolidación, restauración, etc.

Al margen de la información geométrica, el estudio de un yacimiento arqueológico lleva asociada gran cantidad de documentación histórica: propiamente arqueológica, bibliográfica y documental en general, que en muchas ocasiones necesita y se soporta en la documentación geométrica. El enlace y asociación entre los datos gráficos y los alfanuméricos, mediante los sistemas de información patrimonial, favorece el desarrollo y contrastación de hipótesis de una forma ágil. Finalmente, la documentación geométrica tridimensional supone la plataforma para la posible gestión y difusión tanto a nivel técnico como popular de los resultados de las investigaciones, y por tanto, de una vía para su explotación.

En el caso del yacimiento tratado, al ocupar una extensión considerable y dado que su excavación, consolidación y recuperación se efectúa en campañas que se prolongan durante varios años, se ha considerado necesario establecer las directrices a seguir en su documentación geométrica, con el fin de garantizar la coherencia, continuidad y precisión de los diferentes trabajos que en este sentido se vayan acometiendo, garantizando al mismo tiempo, la homogeneidad de sistemas de referencia en los datos obtenidos y la compatibilidad informática de los archivos generados.

## 2.- LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL YACIMIENTO

El yacimiento de Contrebia Leukade se localiza, en la zona sureste de la Comunidad Autónoma de La Rioja, muy próximo a las provincias de Soria por el sur y Zaragoza por el este, dentro del término municipal de Aguilar del Río Alhama a unos tres kilómetros de su casco urbano y a uno de la aldea de Inestrillas, en el paraje conocido como Cruña, junto al río Alhama. (Figura 1).

El citado río, supone un camino cómodo de acceso desde el Valle del Ebro hasta la Meseta, ya que atraviesa con pendientes suaves la Cordillera Ibérica, por lo que, por él discurriría la vía que uniría la antigua Graccurris, hoy Alfaro, con Numancia. (Hernández, 1982)

Morfológicamente, está constituido por el espacio comprendido entre unos escarpes de acceso prácticamente inexpugnables, sobre la margen derecha del río Alhama por el oeste, los restos de la muralla romana por el norte y un foso de unos 600 m de longitud y 10 m de profundidad media, que enlazan el acantilado con la muralla por las zonas sur y este. La superficie del recinto comprende unas 17 ha. (Figura 2).



Figura 1.- Localización del Yacimiento de Contrebia Leukade en Aguilar del Río Alhama (La Rioja)

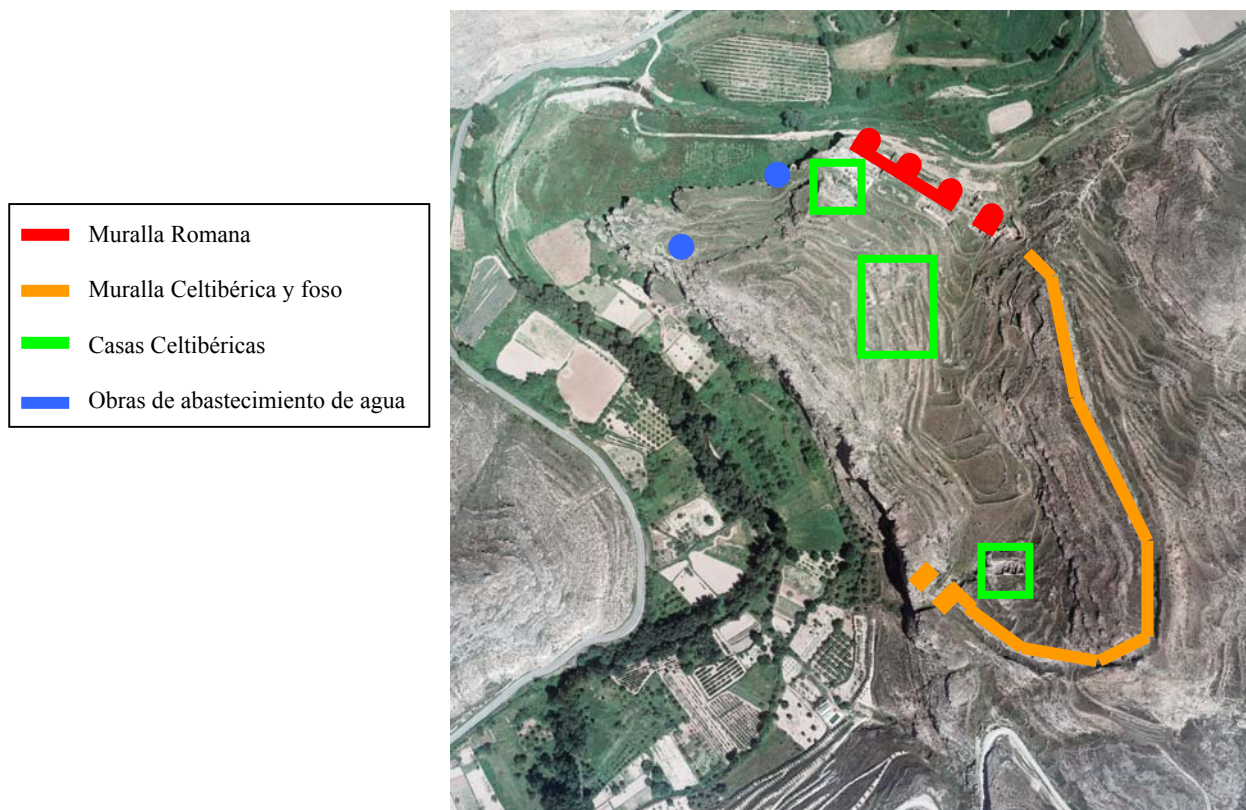


Figura 2.- Ortoimagen del yacimiento con ubicación de los elementos estructurales más significativos, a los que se hace referencia en el texto

En el interior de este contorno se percibe la presencia de dos elevaciones montañosas, de menor porte la situada más al oeste. Entre ellas una pequeña vaguada que conecta el acceso al yacimiento por la zona sur, junto al foso, con el existente en la puerta y muralla romana, al norte.

El aspecto que presenta, tanto el foso como el fondo de la vaguada es el de bancales de cultivo, construidos mediante un muro en la zona de topografía más baja, que posteriormente se rellenaron con tierra, lo que posibilitó su explotación agrícola.

En cuanto a las estructuras e infraestructuras que se pueden percibir al recorrer la ciudad, destacan: las numerosas viviendas excavadas en la roca, de las que se conservan además de la planta, la traza de pequeños aljibes o silos, así como mechinales indicativos de niveles de edificación superior a los de las cuevas.

También se constata la presencia de murallas de distintas épocas históricas, calles en las que se distinguen las rodadas de los carros al transitar por ellas, cloacas y sistemas de canalización y desagüe, un pozo con dos niveles distintos de escaleras, e infinidad de detalles antrópicos resultado de la acción humana continuada durante más de tres mil años.

### **3.- SÍNTESIS HISTÓRICA**

Las ruinas de Cruña, o Clunia, son conocidas desde el siglo XVIII, cuando las describe Mariano de Traggia. Más tarde Blas de Taracena en 1926 publica "Noticias de un despoblado junto a Cervera del Río Alhama" en el que atribuye a estos restos la posibilidad de ser Contrebia Leukade, ciudad citada en el libro XCI de Livio, en relación con las Guerras Sertorianas. (Hernández, 1982)

En las últimas décadas, los estudios realizados por el equipo dirigido por D. José Antonio Hernández Vera, están sacando a la luz importantes hallazgos materiales e históricos. Fruto de estas investigaciones han podido ser afirmadas unas y rebatidas otras de las hipótesis planteadas por los anteriores investigadores, avanzando en el conocimiento de este importante yacimiento y de las épocas históricas de su devenir.

En cuanto al contexto histórico en el que se mueve el yacimiento, se puede decir que, según Hernández Vera, es posible distinguir ocupación desde la primera edad del hierro, al parecer con numerosos paralelos en la zona Soriana próxima, con tipologías de casas excavadas en la roca de modelo indoeuropeo.

Posteriormente, en época celtibérica, la ciudad se expande y alcanza la superficie que presenta en la actualidad, siendo ocupada y dominada por Roma con posterioridad, período éste del que quedan restos de impresionante porte de la muralla romana, situada en la zona norte del yacimiento junto al cauce del río Alhama.

Al parecer, la ciudad quedará prácticamente deshabitada, hasta que en el siglo III es de nuevo ocupada restaurándose el sistema defensivo, volviendo a decaer su uso hacia el siglo XII o XIII.

### **4.- DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE CONTREBIA LEUKADE**

#### **4.1.- Antecedentes**

A comienzos del S. XX. Blas de Taracena publicó numerosos planos de Contrebia Leukade, en ellos representaba los resultados de sus excavaciones, plantas y secciones de las casas excavadas en las rocas y del sistema defensivo foso-muralla, etc.

La gran colección de planos realizada y publicada por Hernández Vera, a lo largo de las tres últimas décadas, corresponde a: planos de localización, entorno, sectores excavados y materiales, fundamentalmente cerámicos. Estos planos han sido realizados con metodología arqueológica, suficiente para su representación, pero alejados de los rigores topográficos que la extensión de cada uno de los sectores intervenidos y de la totalidad del yacimiento recomienda.

Fue en 1990, cuando el citado investigador y director de las excavaciones encargó un documento importante, una cartografía 1:500 del yacimiento, acompañada de una ortofotografía del mismo. Este material cartográfico posibilitó la toma de medidas globales, así como la interrelación, con precisión, entre todos los sectores intervenidos.

En 1999, la Consejería de Educación, Cultura, Juventud y Deportes, encargó una nueva cartografía a escala 1:500, unida a una ortofotografía, en este caso en color.

Finalmente, en 2000 Pablo Latorre y Leandro Cámara realizaron la restitución fotogramétrica de la muralla romana, con un doble fin: serviría como registro del estado de conservación de la muralla en ese momento, y al mismo tiempo como cartografía base para el proyecto de consolidación de la misma que se iba a desarrollar.

#### **4.2.- El proyecto de documentación geométrica del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio**

La documentación geométrica de un yacimiento de grandes dimensiones, cuya excavación y estudio histórico va a desarrollarse durante las próximas décadas requiere una planificación minuciosa que atienda: no sólo a las necesidades actuales, sino también las previsibles en el futuro y que abarque al menos los siguientes aspectos:

- Documentación geométrica del estado actual (con posibilidad de registro de estados sucesivos en diferentes campañas).
- Base para los estudios históricos y excavaciones arqueológicas.
- Soporte métrico en los proyectos arquitectónicos de restauración y consolidación.
- Difusión y multimedia.

Por ello, con anterioridad a la intervención en Contrebia, se procedió al estudio de la documentación geométrica previa, con especial atención a la fecha de su publicación, las unidades, escalas y sistema de referencia utilizado. Este estudio dio como resultado la existencia de numerosos documentos y sobre todo muy heterogéneos tanto en precisión, como en el tipo (planos bidimensionales junto a otros tridimensionales, ausencia de sistema de referencia común, etc.)

Seguidamente, se redactó un anteproyecto en el que quedaron definidas las líneas básicas de actuación. El conjunto metodológico de actividades que se propusieron tenía como fin estructurar, de una manera definitiva, la información que se generara en un futuro, integrando al mismo tiempo y en la medida de lo posible, la documentación previamente existente. Para ello, se propuso el registro fotogramétrico estereoscópico de los lienzos de muralla que se precisase documentar. También se proponía el registro topográfico del resto de elementos del yacimiento, pero siempre en modo global y referido a un sistema topográfico único. Finalmente, se propuso tramar las superficies que componen el yacimiento, con mallas regulares de 20 cm de lado.

Como base fundamental de estos objetivos, se consideró imprescindible el establecimiento de una red topográfica, ligada a la geodésica oficial, a partir de la cual se dotaría de coordenadas a todos los puntos de interés del yacimiento, en cada una de las actuaciones.

A lo largo de los 3 años en los que venimos trabajando en Contrebia, se ha podido comprobar lo acertada de esta medida, ya que se reduce el tiempo en el establecimiento de poligonales y vértices de observación, al mismo tiempo que lo medido pasa a formar parte del modelo general en tres dimensiones de forma automática.

El segundo de los principios guía que fueron definidos se refería a la capacidad informativa de los documentos que se fueran a generar, tratando de trascender a los convencionales planos de planta, alzados, secciones y desarrollos de los elementos no lineales, que en cualquier caso serían generados, partiendo del modelo tridimensional del conjunto del yacimiento. Al mismo tiempo se desarrollarían alternativas de representación, de cara a la mejor comprensión y difusión; entre ellos imágenes panorámicas, modelos virtuales interactivos, anaglifos, e incluso se propuso generar un multimedia que recogiera el conjunto de resultados que se fueran obteniendo. Dicho multimedia estaría disponible en Internet, para aumentar su capacidad de difusión y al mismo tiempo como embrión de un posible museo virtual.

En los puntos siguientes se describirán someramente las actuaciones realizadas, con indicación de los aspectos metodológicos clave, así como de los resultados obtenidos. En la página web pueden encontrarse síntesis de las memorias de cada una de las intervenciones, junto con la cartografía generada, y las imágenes a las que se hará referencia en el apartado 4.2.2.

##### **4.2.1.- La medida del yacimiento**

###### **4.2.1.1.- Establecimiento de una red topográfica de referencia enlazada a la red geodésica oficial**

Para el establecimiento de esta red se pensó, en un principio, en realizar una observación estática GPS, con tres vértices geodésicos de la Red del Instituto Geográfico Nacional que circundan la zona, pero teniendo en cuenta que se pretendía integrar la información cartográfica existente, y dado que los levantamientos topográficos de 1990 y 1999



eran vigentes, ya que la topografía prácticamente no se había alterado, se decidió tratar de apoyar esta red en algunos de los dos proyectos anteriores, o en los dos si hubieran sido realizados en el mismo sistema.

El estudio del sistema de referencia, así como de las reseñas de los vértices y los parámetros de transformación resultaron baldíos en el primero de los levantamientos, mientras que en el segundo pudo ser localizado incluso el clavo desde el que se habían radiado los puntos de apoyo. Por tanto, se procedió a radiar, por medio de GPS en modo RTK, las bases que recubrían el yacimiento, desde el clavo en que en su día se habían radiado los puntos de apoyo del vuelo. También se radiaron estos puntos de apoyo, a modo de comprobación, obteniendo unos resultados muy satisfactorios.

La red quedó compuesta por 91 puntos, distribuidos a lo largo de todo el yacimiento. Para su ubicación se siguió el criterio de máxima visibilidad desde cada uno y al mismo tiempo que en la medida de lo posible, desde cualquier otro punto del yacimiento fueran visibles, más de 4 puntos de la red. Esta segunda condición viene motivada porque, en la documentación geométrica de excavaciones arqueológicas, la cantidad de puntos de vista que debe ocupar la estación total al realizar el levantamiento son casi ilimitados, habiéndose comprobado que la orientación de la estación mediante orientaciones inversas múltiples, resuelve la posición, con precisiones muy por debajo del centímetro en las tres coordenadas, lo que dota al sistema de una gran agilidad.

Cada uno de los citados 91 puntos se materializó con clavos de acero implantados en la roca, se fotografió, reseñó y midió por medio de GPS-RTK, en dos momentos diferentes, con el fin de detectar discrepancias, si las hubiera habido.

Con todos estos datos se generó un cuaderno de reseñas, al que se acompañó de una ortoimagen del yacimiento con superposición de la nube de puntos para su mejor localización.

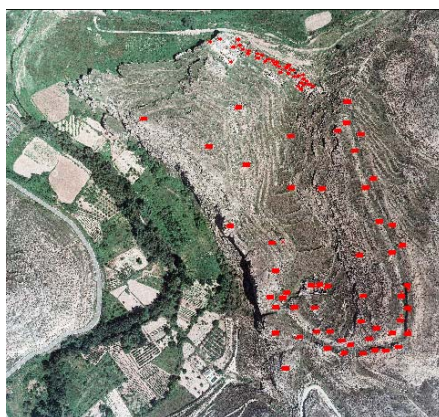


Figura 3.- Ortoimagen con indicación de la situación de los puntos de referencia.

#### 4.2.1.2.- Levantamientos fotogramétricos

Se han realizado varios levantamientos fotogramétricos, el primero de ellos de la muralla romana de la zona norte del yacimiento (Figura 4), una vez que se realizó la consolidación a la que se hizo referencia en el apartado 4.1. Dado que se disponía de una cartografía reciente de los alzados, no se consideró necesario, por el momento, realizar la restitución de los pares fotogramétricos, pero sí todas las fases anteriores, es decir, toma de pares fotogramétricos y orientación de los mismos. En este caso, se realizó la toma fotográfica con una cámara analógica semimétrica, procediendo a revelar y posteriormente orientar los pares en un restituidor analítico de pequeño formato.



Figura 4.- Fotografía de la muralla romana.

Se dividió la muralla en zonas para la codificación de los pares, y se generaron fichas para cada uno de ellos en las que se indica: la posición del mismo en planta y perspectiva, los números de las fotos que forman el par, la cámara, su focal, las coordenadas de los puntos de apoyo y una de las dos fotografías que forman el par, sobre la que se señalizaba la posición de los puntos de apoyo (Figura 5).

La información obtenida con los partes de orientación, permitió comprobar la calidad de las fases previas, posibilitando la restitución de manera inmediata, en el momento que en futuro sea preciso.

El segundo de los levantamientos fotogramétricos se ha realizado en los restos de la zona de la muralla celtibérica situada más al suroeste (Figura 6). La toma fotográfica se realizó con una cámara digital calibrada y la restitución en un restituidor digital. En la restitución se individualizó cada uno de los elementos constitutivos de la muralla y posteriormente se confeccionó el modelo tridimensional del entorno en el que se asienta la misma, sobre el foso excavado en la piedra.

El conjunto de documentos cartográficos obtenidos de este sector, incluyen planos de planta con curvas de nivel, perspectivas, y modelos renderizados.

LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura. (U.P.V. - E.H.U.)									
TRABAJO: Levantamiento fotogramétrico de la puerta celtibérica del Yacimiento de Contrebia-Leukade. Aguilar del Río Alhama. La Rioja									
PAR:	CL-32-11	ALTURA:	6,0 m	BASE:	0,75 m	OBJETIVO:	R50	FECHA:	23/07/2003
COORDENADAS									
Nº punto	X	Y	Z						
107	585404,793	4647672,239	625,098						
108	585404,95	4647672,226	624,178						
109	585405,703	4647671,446	625,347						
110	585405,748	4647671,48	624,534						
111	585405,73	4647671,526	623,734						
112	585406,657	4647670,633	625,33						
113	585406,638	4647670,71	624,053						
114	585407,469	4647669,901	625,423						
115	585407,524	4647669,905	624,808						
116	585407,593	4647669,899	623,553						
117	585408,525	4647669,015	625,279						
118	585408,488	4647669,055	624,127						

Figura 5.- Ejemplo de ficha de cada uno de los pares empleados en las fases de fotogrametría.

También por métodos fotogramétricos se completó la documentación de la puerta celtibérica situada al suroeste, de la que hablaremos a continuación

#### 4.2.1.3.- Levantamientos topográficos

En cuanto a los levantamientos topográficos en sectores específicos, podemos hablar de la puerta celtibérica y su entorno y el trasdós de la muralla celtibérica. En estos dos casos, se realizó un levantamiento topográfico de detalle, que en primer lugar incluía las dos pequeñas colinas que circundan la puerta, la zona del foso contigua, y las casas rupestres próximas, así como los restos de una cloaca. Resultaba de especial interés documentar los retalles realizados en la roca para asentar muros, y de los que en la actualidad únicamente quedan los citados retalles, por ello se puso especial cuidado en localizarlos y documentarlos.



Figura 6.- Fotografía de la muralla celtibérica.

Para la medida topográfica se utilizaron estaciones totales dotadas de medida directa sin prisma, opción ésta que facilitó notablemente la captura de información en las zonas interiores de las casas y en las superficies de la roca.

En la zona posterior de la muralla se midió exclusivamente la geometría de las estructuras murarias, sin descender a nivel de piedra, ya que ese nivel de documentación fue realizado por el equipo de arqueología.

Tanto en uno como en otro caso, se trabajó tratando a los restos arqueológicos como elementos tridimensionales, con el fin de poder ser posteriormente modelados y representados de forma perspectiva.

No se descarta la utilización de escáneres 3D para la medida de elementos concretos, como el interior de las cuevas o algunas superficies rocosas, aunque en su caso su utilización se ha contemplado como una alternativa más ágil para la captura de información, aplicando a las nubes de puntos obtenidas los criterios de gestión y representación esbozados en el apartado 4.2.



Figura 7.- Fotografía de la puerta Comenica.

#### **4.2.1.4.- Seguimientos topográficos de campañas arqueológicas**

En la presente campaña de 2004 se ha comenzado a poner en práctica un método de documentación geométrica de excavaciones, ya aplicado a otros yacimientos por este equipo, consistente en la visita periódica a las excavaciones, con un doble objetivo: primero el establecimiento de señales de referencia, y segundo la medida de los restos patentes exhumados desde la última visita.

Las referencias son un conjunto de señales que se implantan en la zona de excavación; en ocasiones corresponden a cuadrículas previamente diseñadas y en otros recubriendo toda la zona de actuación, pero sin adaptarse a una geometría concreta. Con estas señales de referencia implantadas y medidas se proporciona una salida gráfica en papel al equipo arqueológico para que pueda ir refiriendo sus hallazgos y dibujando y caracterizando las estructuras. Estos planos, una vez completados, son escaneados y vectorizados, integrándolos en el modelo tridimensional global del proyecto.

En cuanto al levantamiento de estructuras, en este tipo de seguimientos se limita a la medida de la proyección en planta de las mismas, con el fin de servir como guía del dibujo arqueológico.

Estos seguimientos topográficos requieren de un levantamiento topográfico posterior, una vez decididas cuales son las estructuras que forman parte de un determinado momento histórico. El nivel de detalle en este levantamiento posterior sería del indicado en el apartado 4.2.1.3.

#### **4.2.1.5.- Delimitación de la zona a declarar bien de interés cultural B.I.C. y referencia de los clavos de la red topográfica**

Dentro de las actuaciones de medida se ha utilizado un receptor GPS de mano, con corrección EGNOS, en dos acciones concretas: la delimitación de la zona a declarar como Bien de Interés Cultural y la localización de los clavos de acero que forman parte de la red topográfica. En ambos casos con resultados más que satisfactorios.

El bajo costo de este tipo de instrumental, en relación con la precisión que proporcionan (entre 1 y 3 m en función de la geometría y disposición satelitaria), hace que sean muy adecuados para su utilización en prospecciones arqueológicas, en localización de puntos observados con anterioridad, o para la realización de levantamientos de baja precisión, en la que la relación con la escala a la que se plasmará hace suficiente la utilización de este tipo de instrumental.



#### 4.2.2.- Representación de los resultados de los trabajos realizados

No haremos referencia en este apartado a los planos de planta, alzados, desarrollos y secciones, si no que nos centraremos en aquellos productos que resultan, de algún modo, innovadores y que aportan alguna mejora respecto a los anteriores en lo referente a la comprensión del yacimiento, y/o amplían su difusión.

La comprensión y transmisión de un bien patrimonial requiere de un lenguaje de comunicación que posea: universalidad, inmediatez, e interactividad. Por todo ello, se viene trabajando, desde los orígenes del LDGP, en la integración de técnicas gráficas avanzadas en los procesos de representación y difusión del patrimonio.

La página Web multimedia del proyecto no supone una novedad dentro de los yacimientos arqueológicos, de los que se pueden encontrar ejemplos como los de: Atapuerca, Segeda, Tiermes, Tusculum, etc, pero resulta innovadora en cuanto a la difusión del aspecto geométrico, ya que se ponen a disposición de la comunidad científica el conjunto de planos y modelos realizados por el LDGP. Además incluye una serie de herramientas que facilitan la comprensión de la forma y dimensiones del yacimiento. Dentro de las citadas herramientas, podemos encontrar: modelos virtuales interactivos, visitas guiadas, panorámicas, anaglifs y descripciones sobre la metodología empleada en cada uno de los procesos, junto a numerosos planos de emplazamiento, que facilitan la localización dentro del yacimiento de cada uno de los sectores intervenidos.

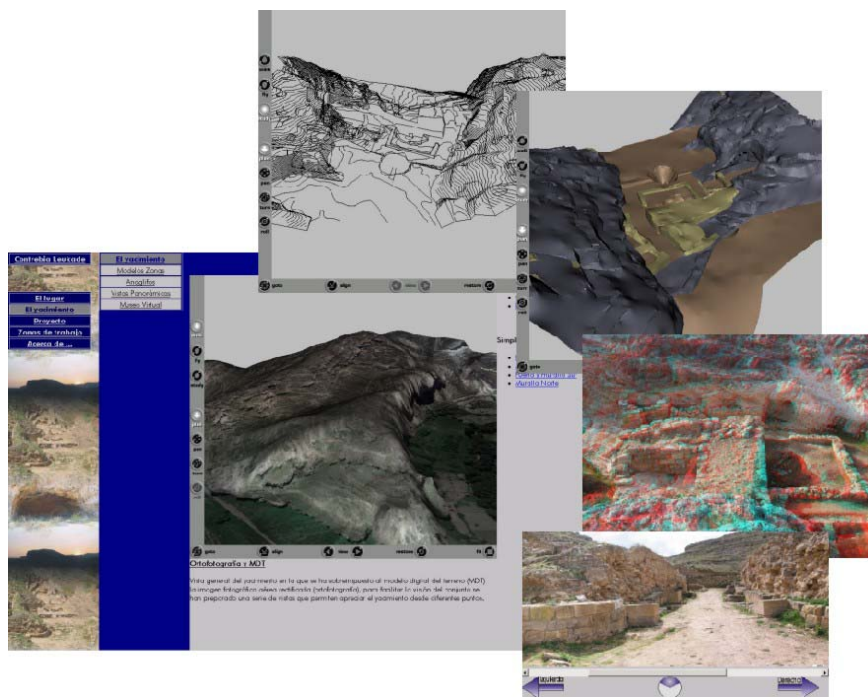


Figura 8.- Diferentes productos multimedia disponibles en la presentación web: modelos virtuales interactivos, anaglifs y vistas panorámicas.

Entre los sistemas de representación, los más evocadores resultan las imágenes fotográficas, pero al ser una proyección cónica y plana de la realidad limitan su expresividad tridimensional a aspectos aprendidos respecto al color y la relación entre objetos. Por este motivo, se han incorporado dos tipos de fotografías que recuperan, en parte, este potencial expresivo tridimensional. Estos dos sistemas, son las fotografías panorámicas y los anaglifs en color. La suma de ambas es posible generando anaglifs en color panorámicos. En este yacimiento se han confeccionado un conjunto de vistas panorámicas y de anaglifs, de modo experimental, que en breve serán ampliados a más zonas del mismo.

Los modelos tridimensionales interactivos, en formato VRML (Virtual Reality Modeling Lenguaje), son una constante en la producción de este proyecto, ya que permiten al usuario el movimiento (libre o guiado) por la maqueta virtual. El primero de estos modelos interactivos se confeccionó mediante la proyección de la ortofotografía sobre el modelo digital del terreno, que había sido previamente generado a partir de la cartografía a escala 1:500. Posteriormente, se han generado los modelos virtuales de la puerta y la muralla celtibérica, utilizando como base para ello los levantamientos topográficos y fotogramétricos y completando las superficies rocosas y del terreno con mallas reticulares que posteriormente se sombream.

Las vistas en perspectiva de las zonas documentadas suponen un complemento excelente para los conjuntos cartográficos convencionales, ya que proporcionan una imagen que no requiere interpretación y que de por sí transmite con fiabilidad la morfología de la zona del yacimiento que pretende representar.



Figura 9.- Presentación ordenada de la documentación geométrica del yacimiento.

## 5.- CONCLUSIONES

Tras estos primeros años de acercamiento a la medida y representación del yacimiento, nos encontramos en disposición de anotar como un acierto, el establecimiento previo de la red de referencia, ya que en el resto de actuaciones realizadas ha supuesto un ahorro de tiempo y trabajo, además de posibilitar la referencia de unos a otros planos de fases y el establecimiento inmediato de relaciones geométricas, con precisión, entre los distintos elementos.

La planificación previa ha resultado fundamental y muy recomendable, tanto en fases posteriores como en la trasposición del esquema de trabajo de este a otros proyectos.

El desarrollo de los sistemas multimedia y de representación tridimensional del patrimonio, trascienden las tradicionales atribuciones de los profesionales de la medida, pero sin duda suponen la vía certera para el desarrollo futuro de los mismos. También son una herramienta fundamental de fomento de la complicidad social, necesaria para la financiación de este tipo de investigaciones.

La disposición de las autoridades regionales y de los científicos responsables de la excavación a contar con un método de trabajo riguroso en la documentación geométrica ha supuesto un aldabonazo fundamental para el desarrollo de nuestras propuestas en este yacimiento. Tanto a unos como a otros queremos mostrar nuestro agradecimiento.

## 6. REFERENCIAS

- Hernández, J.A. (1982): "Las ruinas de Inestrillas. Estudio Arqueológico. Aguilar del Río Alhama, La Rioja". Instituto de Estudios Riojanos. ISBN: 84-7359-149-6. Logroño.
- Hernández, J.A. (2003): "Contrebia Leukade y la definición de un nuevo espacio para la Segunda Guerra Púnica". SALDVIE nº 3 2003. pp. 61-82.
- Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura), Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU): <http://www.vc.ehu.es/docarq>
- Yacimiento de Atapuerca: <http://www.ucm.es/info/paleo/ata>
- Yacimiento de Clunia: <http://www.arqueoturismoclunia.com>
- Yacimiento de Segeda: <http://www.segeda.net>
- Yacimiento de Tiermes: <http://www.tiermes.net>
- Yacimiento de Tusculum: <http://www.csic.it/tusculum>