



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)



UPV EHU

Centro de investigación Micaela Portilla  
C/ Justo Vélez de Elorriaga 1, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).

Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

# ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

ARCHIVE OF THE LABORATORY FOR THE GEOMETRIC  
DOCUMENTATION OF HERITAGE

Sección de memorias / **Reports section**

# 19-4

<b>Información general / General information</b>		
ELEMENTO:	A_Laguardia_Huesera	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2014	:TITLE
FECHA:	octubre 2014 / <b>October 2014</b>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_019-4	:NUMBER
IDIOMA:	español / <b>Spanish</b>	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2014
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Tumba megalítica compuesta por 9 losas de gran tamaño, incluida la tapa. La estructura ocupa un espacio de 4 x 4 metros en planta, unos 3 metros de altura en la cámara. Conserva restos del túmulo que pudo llegar a tener unos 14 metros de radio. En la presente campaña continúa con la excavación del corredor y el túmulo.
DOCUMENTACION:	Colección de fotografías para el modelado 3D. Actualización del modelo vectorial de superficies mediante fotogrametría convergente y medidas con estación total.
TECNICAS:	topografía, fotogrametría convergente
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo tridimensional vectorial (superficies).</li> <li>• Ortoimágenes.</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, dolmen, megalito, topografía
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Prehistoria, Arqueología

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Geometric documentation of the dolmen "Alto de la Huesera" (Laguardia, Álava, Spain). Year 2014.
GEOMETRIC DESCRIPTION:	Megalithic tomb composed of 9 slabs, including the cover. The structure takes up around 4 x 4 meters on surface and is 3 meters high in the chamber. Some remains of the burial mound (tumulus) survive up to 14 meters from the centre of the chamber. During this year, the excavations in the corridor continued and the mound was discovered too.
DOCUMENTATION:	Photographs for 3D modelling of the current state of the corridor. The three-dimensional meshed model was updated with measurements taken with a total station and convergent photogrammetry.
METHODOLOGIES:	surveying, convergent photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Three-dimensional model of surfaces.</li> <li>• Orthoimages.</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	heritage, dolmen, megalith, surveying
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Surveying, Photogrammetry, Prehistory, Archaeology

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Dolmen del Alto de la Huesera (Laguardia)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Laguardia, Álava, España/Spain (Getty TGN: 7007909)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.56954,-2.56609	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Pablo PÉREZ VIDIELLA Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN	:STAFF

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de “no comercial” ver el apartado “otros derechos”). / <b>Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the “non commercial” label see below in “others rights”).</b></p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Esta memoria de actuación corresponde a un trabajo encargado por una institución o empresa que retiene los derechos de explotación de la información aquí contenida y a quienes habrán de dirigirse todos aquellos interesados en ampliar la información aquí contenida, recabar datos adicionales o hacer uso comercial de los datos expuestos. / <b>This report gives an overview of a commissioned work; therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights. You are asked to contact the promoters in case you need either further information or to obtain commercial rights.</b></p>	:OTHERS

## Reutilización / Re-use

REUTILIZACION:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.</li><li>2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".</li><li>3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.</li><li>4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.</li><li>5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización."</li></ol> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. The information must not be distorted.</li><li>2. The original source of re-usable documents must be cited.</li><li>3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.</li><li>4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.</li><li>5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."</li></ol>	:RE-USE
----------------	--	---------

Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio del Patrimonio de la UPV/EHU y en función de los derechos que corresponden al Laboratorio como autor del contenido. El Laboratorio se compromete a retirar del acceso público tanto este documento como cualquier otro material relacionado en el caso de que los promotores consideren que menoscaban sus derechos de explotación. /</p> <p>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</p> <p>The aim of this publication is to fulfill the academic goals and research expected from the Laboratory for the Geometric Documentation of Heritage (UPV/EHU) concerning its scientific outcomes. Nevertheless, the Laboratory is bound to the respect of promoters' commercial rights and will take away the contents which are considered against these rights.</p>	:DISCLAIMER

Estructura / Framework		
PERMANENTE:	<p>ID <a href="http://hdl.handle.net/10810/26849">http://hdl.handle.net/10810/26849</a></p>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem019-4_Laguardia_Huesera.pdf</b>: este documento / this document.</li> <li>• <b>ldgp_HUE14_fot_dolmen?.jpeg</b>: 4 fotografías de documentación / 4 pictures for documentation purposes.</li> </ul>	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	<p>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2014.</i> 2014</p>	:CITATION

Comentarios / Feedback		
NOTA:	<p>Este documento forma parte del contenido generado en el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU y ha sido publicado con fines docentes y/o de investigación, atendiendo a los objetivos del Laboratorio. Es muy importante para nosotros conocer la utilidad del material suministrado a los usuarios finales así como las posibilidades de mejora en el servicio que podemos realizar; por lo tanto, agradecemos cualquier comentario o sugerencia que nos quiera hacer llegar, para lo cual, ponemos a su disposición nuestra dirección de correo electrónico <a href="mailto:ldgp@ehu.eus">ldgp@ehu.eus</a> /</p> <p>This document is part of the content generated by the Laboratory for Geometrical Documentation of Heritage (UPV/EHU). It was published for teaching purposes and research, in relation with the goals of the Laboratory. Feedback about the real utility of this information is most important for us, therefore, we appreciate any comment or suggestion for improvements (please, do refer to the following e-mail address: <a href="mailto:ldgp@ehu.eus">ldgp@ehu.eus</a>).</p>	:NOTE

# Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2014

Vitoria, octubre 2014



## **Equipo:**

*Pablo Pérez Vidiella  
Álvaro Rodríguez Miranda  
José Manuel Valle Melón*



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
**Grupo de Investigación en Patrimonio Arquitectónico Construido (UPV/EHU)**

Aulario de Las Nieves, ed. Institutos Universitarios  
Nieves Cano, 33 – 01006 Vitoria-Gasteiz. Tfo. +34 945 01 3264 /3222  
Email: [jm.valle@ehu.es](mailto:jm.valle@ehu.es) <http://www.ldgp.es>



## INDICE

1.- Introducción .....	3
2.- Localización y emplazamiento.....	5
3.- Objetivos .....	6
4.- Esquema de procesos .....	7
5.- Desarrollo del proyecto.....	8
5.1- Trabajos de campo.....	8
5.1.1.- Red topográfica .....	8
5.1.2.- Materialización de la cuadrícula de excavación.....	10
5.1.3.- Documentación topográfica de las estructuras arqueológicas y los puntos de apoyo fotogramétrico.....	10
5.1.4.- Documentación fotogramétrica .....	11
5.2.- Trabajos de gabinete .....	14
5.2.1.- Archivo fotográfico .....	14
5.2.2.- Vista panorámica.....	17
5.2.3.- Orientación, modelado 3D y generación de ortoimágenes .....	18
5.2.4.- Dibujo de inhumaciones.....	25
5.2.5.- Modelo CAD.....	26
5.2.6.- Planos .....	28
6.- Contenido del CD .....	29
ANEXOS .....	31
Anexo I: Instrumental empleado .....	32
Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica .....	35
PLANOS.....	44

## 1.- Introducción

Dentro del conjunto de iniciativas promovidas por la Excma. Diputación Foral de Álava para la conservación, estudio y difusión de los monumentos megalíticos de la provincia, en el año 2010 se encargó al Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU el modelado tridimensional y la representación cartográfica del estado actual del dolmen del Alto de la Huesera en la localidad de Laguardia. Dicha documentación se enmarcó en los trabajos de excavación, cuya dirección científica corre a cargo de los profesores de la UPV/EHU Javier Fernández Eraso y José Antonio Mujika Alustiza.



Fig. 1.- Trabajos topográficos durante la campaña 2010.

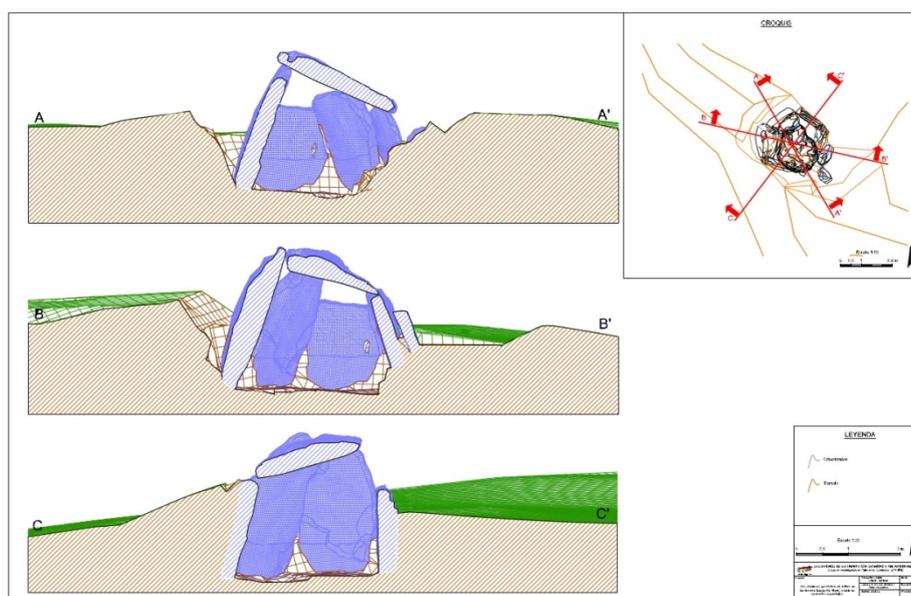


Fig. 2.- Plano de secciones del dolmen elaborado en la campaña 2010.

Los trabajos de excavación que se han venido desarrollando desde entonces han contando con la asistencia del Laboratorio, tanto para materializar en campo la cuadrícula de excavación y referir los hallazgos más importantes que han ido desvelándose, como en los casos en los que ha sido preciso actualizar el modelo tridimensional del monumento a medida que el avance de la excavación ponía al descubierto nuevas estructuras que modificaban sustancialmente el aspecto registrado en 2010.

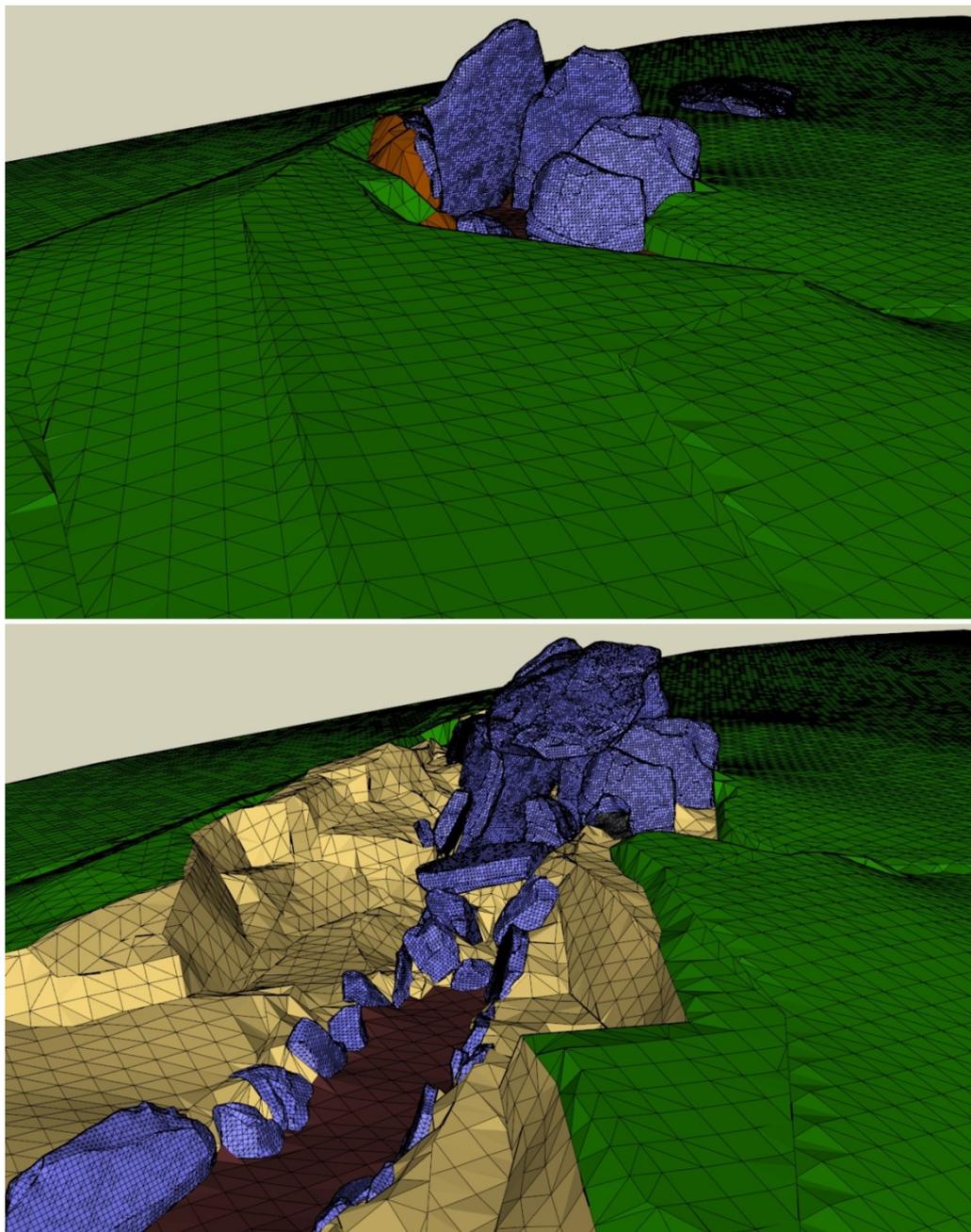


Fig. 3.- Comparación del modelo 3D del dolmen y su entorno en 2010 (arriba) y 2013 (abajo).

De cara a la campaña de excavaciones a realizar durante el año 2014, se visitó nuevamente el yacimiento y se realizó una reunión con los responsables de las labores arqueológicas con el fin de recoger las necesidades y definir los objetivos del trabajo a realizar. Con todo ello, se preparó un documento (anteproyecto) de las actuaciones a desarrollar a lo largo de dicha campaña que fue entregado a los responsables del Departamento de Cultura de la Excma. Diputación Foral de Álava para su consideración junto con el correspondiente presupuesto. Una vez aceptados, se procedió a la realización de los trabajos durante los meses siguientes, en los que se desarrolló la excavación. La presente memoria, describe los trabajos realizados y los productos obtenidos.

## **2.- Localización y emplazamiento**

El dolmen de La Huesera se encuentra dentro del término municipal de Laguardia y el acceso se realiza siguiendo un camino rural que parte hacia el Norte de la carretera A-3228 que une Laguardia y Elvillar/Bilar. Sus coordenadas geográficas son 42° 34' 10" N, 2° 33' 58" W.

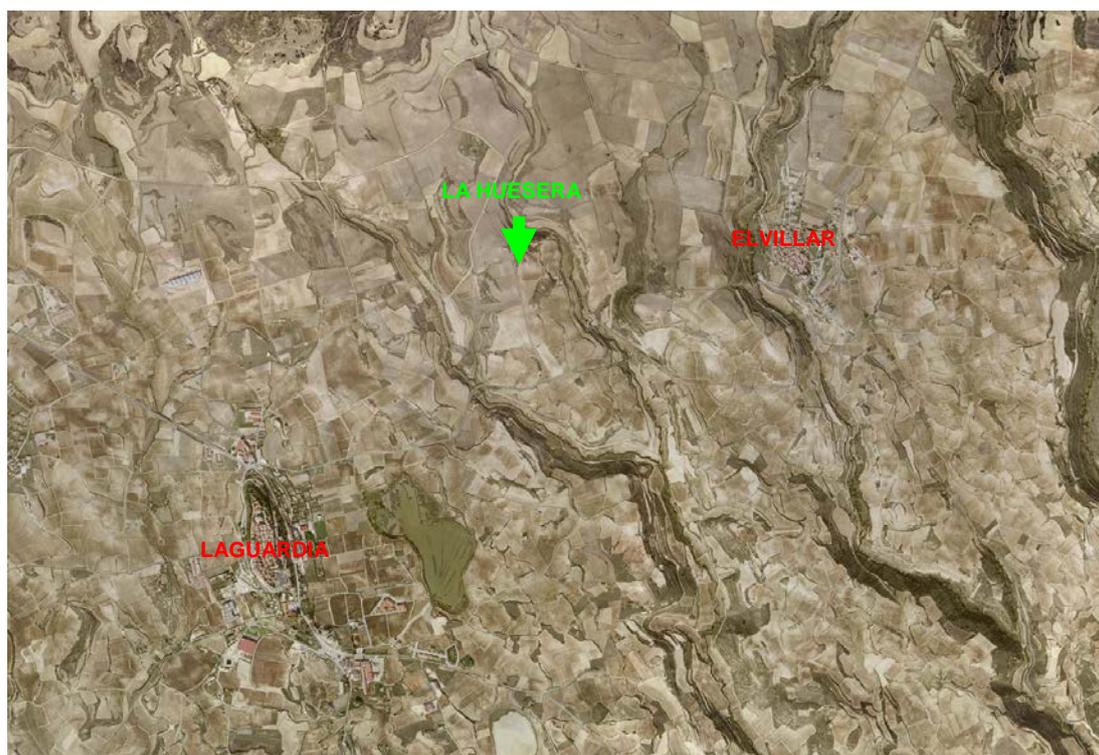


Fig. 4.- Localización del dolmen (flecha verde) entre las localidades de Laguardia y Elvillar/Bilar.

### **3.- Objetivos**

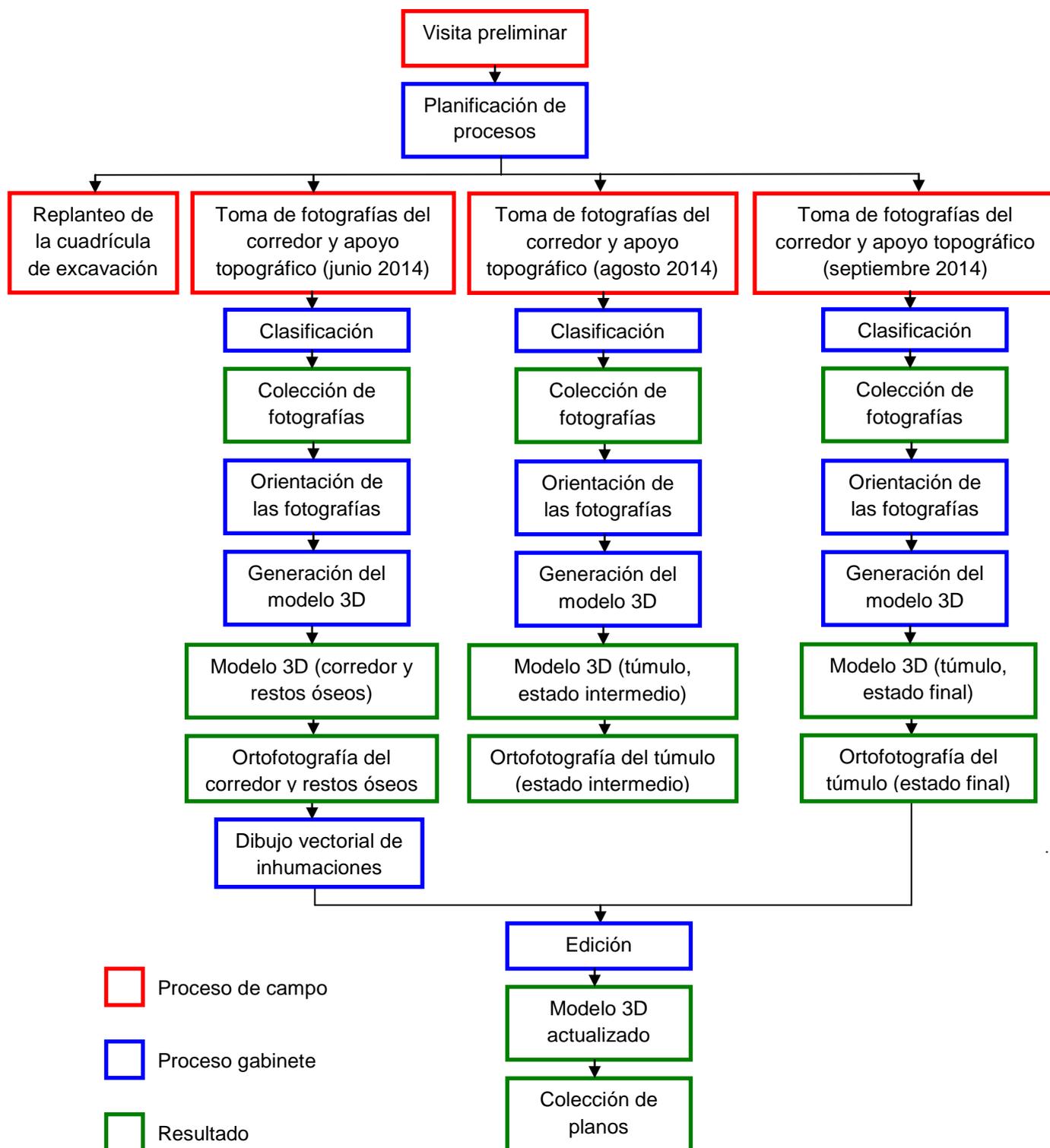
Los objetivos marcados en el anteproyecto fueron los siguientes:

- Materialización en el terreno de la cuadrícula de excavación.
- Documentación mediante técnicas topográficas y/o fotogramétricas del estado final del monumento una vez terminada la campaña. En el caso de considerarse conveniente, también se acudiría al yacimiento durante el proceso de excavación con el fin de medir y representar las estructuras de interés que fueran surgiendo.
- A partir del modelo final, generar un conjunto de planos que incluyan plantas, alzados y perspectivas y que permitan visualizar correctamente el domo, el túmulo y su entorno.
- Toda la información se presentará documentada, organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación a las bases de datos de la Excma. Diputación Foral de Álava, así como su preservación a lo largo del tiempo.

Durante el desarrollo de los trabajos no se han producido causas que hayan requerido adaptar los objetivos iniciales a nuevas circunstancias sobrevenidas.

#### 4.- Esquema de procesos

El siguiente esquema indica los procesos realizados, en rojo se señalan las fases de campo, en azul las de gabinete y en verde los resultados obtenidos:



## **5.- Desarrollo del proyecto**

### **5.1- Trabajos de campo**

Los trabajos de campo se desarrollaron en cuatro días: en mayo se visitó el yacimiento para comprobar su estado así como para materializar en el terreno la cuadrícula que se utilizaría durante la excavación, en junio se acudió con el objeto de documentar los restos óseos aparecidos en el corredor y densificar la red de estaciones de referencia, en agosto para la documentación el avance de la excavación del túmulo y en septiembre para reflejar el estado final de la campaña.

#### **5.1.1.- Red topográfica**

En los trabajos de 2010 se estableció un conjunto de estaciones a las que se les dotó de coordenadas en el sistema cartográfico oficial (UTM huso 30 en ETRS89) mediante técnicas GNSS de observación por satélite. Estas estaciones se han venido utilizando como puntos de partida para referir todas las medidas realizadas en las diferentes campañas a dicho sistema de coordenadas (el mínimo de estaciones necesarias para poder establecer la relación entre las medidas actuales y el sistema de coordenadas del proyecto es de dos).

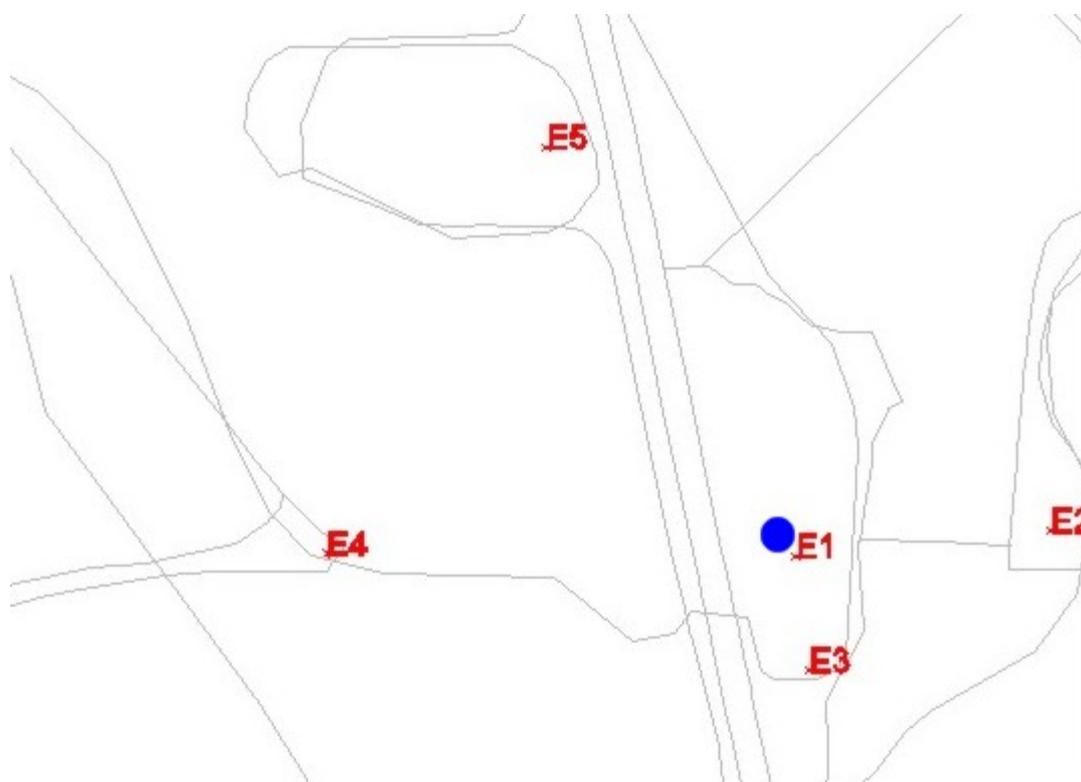
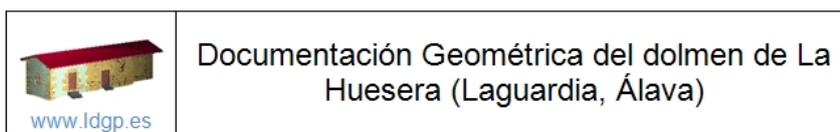


Fig. 5.- Red de estaciones utilizadas para la documentación del año 2010, la ubicación del dolmen está marcada por el punto azul y las líneas grises corresponden al parcelario (la distancia de E4 a E2 es de aproximadamente 150 metros).

De este conjunto de estaciones, la denominada «E1» fue eliminada durante la excavación del túmulo en las primeras campañas, en esta campaña 2014 se realizaron trabajos de movimientos de tierras con maquinaria pesada en las proximidades de la estación «E5» que causaron que también desapareciera. Ante esta situación, se decidió densificar la red de referencias, dotando de coordenadas a cuatro nuevas bases situadas en las proximidades del dolmen. Estos puntos se materializaron en el terreno mediante clavos de acero con una cruz en la cabeza.

Las reseñas de estas nuevas estaciones se encuentran en el Anexo II, junto a las de las estaciones utilizadas en las campañas anteriores.



ESTACIÓN:	CL1	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	9 de junio de 2014	X = 535608,352	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713088,269	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 615,049	



Fig. 6.- Ejemplo de reseña de las nuevas estaciones (identificadas como «CL») en el área del monumento.

### 5.1.2.- Materialización de la cuadrícula de excavación

El sistema de referencia utilizado durante la excavación arqueológica consiste en una cuadrícula de 1 x 1 metro que abarca todo el área de interés. Previamente al comienzo de las excavaciones se procedió a situar en campo un conjunto de piquetas que marcaran las zonas en las que se iba a trabajar. Para ello se consideró adecuado señalar cuadros de 5 x 5 metros, a partir de los cuales se pudieran ir reconstruyendo los demás con ayuda de cinta métrica.

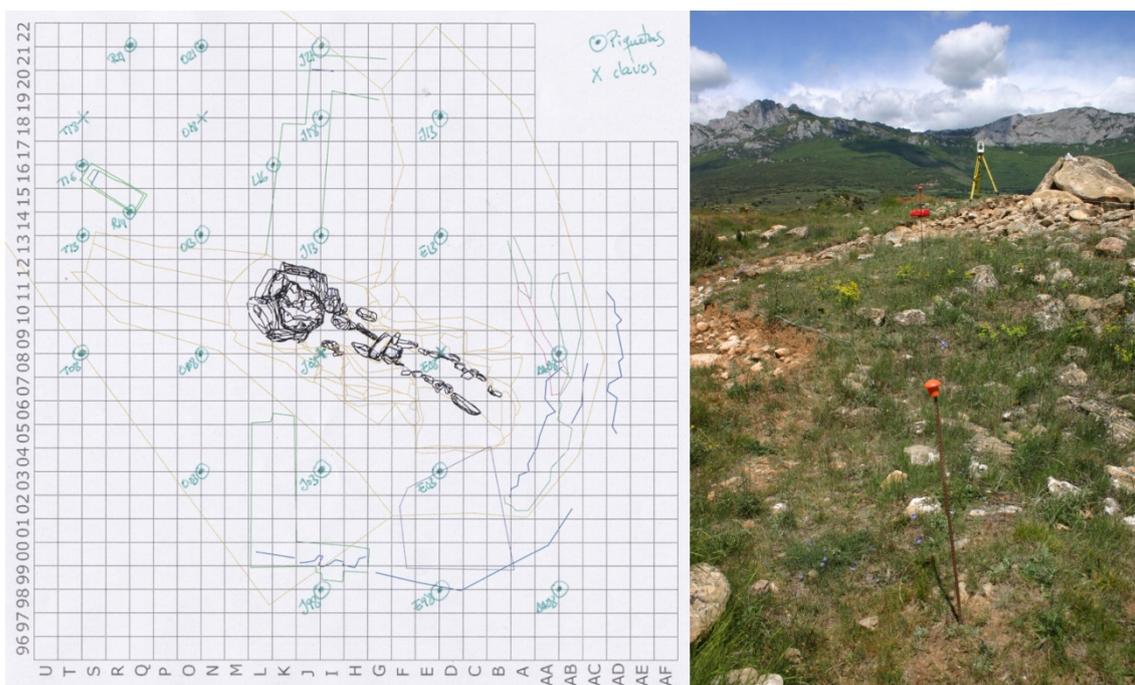


Fig. 7.- Ubicación de las piquetas replanteadas (izquierda) y fotografía de su aspecto sobre el terreno (derecha).

La localización de estas señales se realiza mediante estación total topográfica y enlazado al sistema de coordenadas del proyecto (el oficial de la cartografía), lo que permite, por un lado, que las piquetas se localicen con una precisión entorno a los 2 cm y, en segundo lugar, que todas las referencias de posición obtenidas por el equipo arqueológico durante la excavación puedan referirse al sistema absoluto de coordenadas.

### 5.1.3.- Documentación topográfica de las estructuras arqueológicas y los puntos de apoyo fotogramétrico

Las técnicas topográficas de medida (con estación total y prisma) se han utilizado para el replanteo de las piquetas que señalan la cuadrícula de la excavación y con el fin de representar los perímetros de las zonas de interés localizadas durante la excavación (posibles muros o estructuras, límite del túmulo, agujeros dejados por los árboles, límite del talud, etc.). Asimismo, éste es el método empleado para dotar de coordenadas a las señales que se utilizan como puntos de apoyo en los procesos fotogramétricos que se describen más adelante.



Fig. 8.- Medida de puntos mediante métodos topográficos (estación total y prisma).

#### 5.1.4.- Documentación fotogramétrica

En junio se realizó una primera documentación fotográfica. En esta ocasión, el interés se centró en el corredor y los restos óseos. La documentación se realizó utilizando cámara calibrada (cuyo certificado de calibración se presenta en el Anexo I) y se obtuvo para su tratamiento posterior mediante programas de fotogrametría convergente, seleccionándose un total de 275 imágenes. Las tomas se realizaron desde el suelo.



Fig. 9.- Toma de fotografías de los restos óseos del corredor.



Fig. 10.- Ejemplos de imágenes obtenidas.

En las dos salidas a campo siguientes (agosto y septiembre) el interés se centró en la documentación del túmulo, para ello se utilizó fotografía convencional utilizando un jalón telescópico que permitía situar la cámara a unos cuatro metros y medio sobre el terreno, obteniendo así puntos de vista más generales.



Fig. 11.- Toma de fotografías del túmulo utilizando un jalón telescópico a 4,5 metros.



Fig. 12.- Ejemplos de imágenes obtenidas desde el jalón telescópico.

## 5.2.- Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete incluyen el procesado de los datos de campo con el fin de obtener los productos cartográficos (modelos 3D y planos) del yacimiento así como la clasificación y preparación de la información para su archivo y uso futuro.

### 5.2.1.- Archivo fotográfico

Las fotografías realizadas permiten registrar el estado del monumento en tres momentos diferentes durante el proceso de excavación, en concreto:

- Junio: en este momento se documentó el corredor con los restos óseos localizados en la presente campaña.
- Agosto: documentación completa del área del túmulo durante su excavación (en este momento se encontraba visible el 50% de dicho túmulo).
- Septiembre: documentación completa del área del túmulo al finalizar la campaña de excavación (se encuentra visible el 75% del mismo).

Con el fin de poder gestionar las fotografías obtenidas se hace uso de la información descriptiva que contienen. En particular, los archivos de imágenes capturados por la cámara incluyen, además de la propia imagen, una serie de datos técnicos (focal, tipo de cámara, condiciones de la toma, etc.) que se denominan «metadatos *Exif*» y que la propia cámara registra de forma automática.

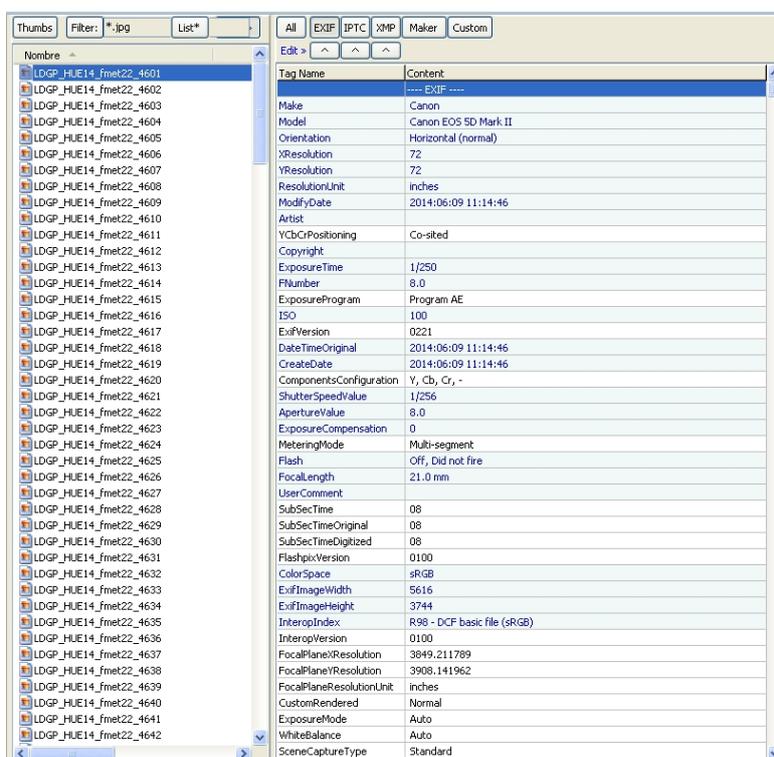


Fig. 13.- Metadatos *Exif* (información técnica) de las fotografías obtenidas.

Estos metadatos pueden editarse e incluir otros tipos de información descriptiva como la ubicación de la toma (en el caso de que la cámara no registre estos datos directamente, por ejemplo, si dispone de un GPS integrado) o la información sobre el autor o el trabajo en el que se han producido. De esta forma, la información sobre las fotografías se transmite con la propia imagen lo que permite asegurar que dichas imágenes se pueden interpretar siempre dentro de su contexto. Para editar estos metadatos se recurre a herramientas como *ExifTool*.

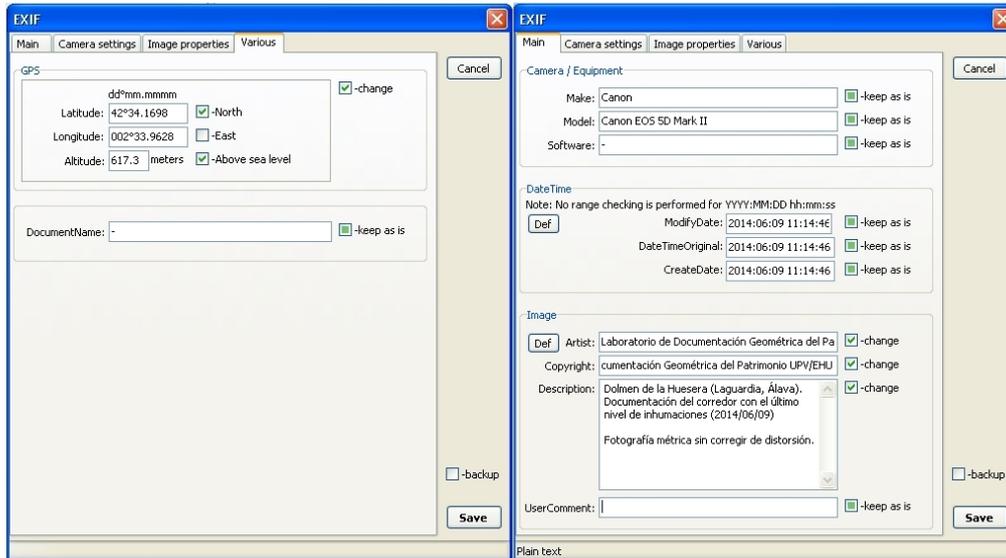


Fig. 14.- Incorporación de los metadatos *Exif* correspondientes a la ubicación de la toma e información sobre el autor y el contexto del trabajo.

Las imágenes también permiten incorporar descripciones más detalladas, en concreto las denominadas «metadatos IPTC».

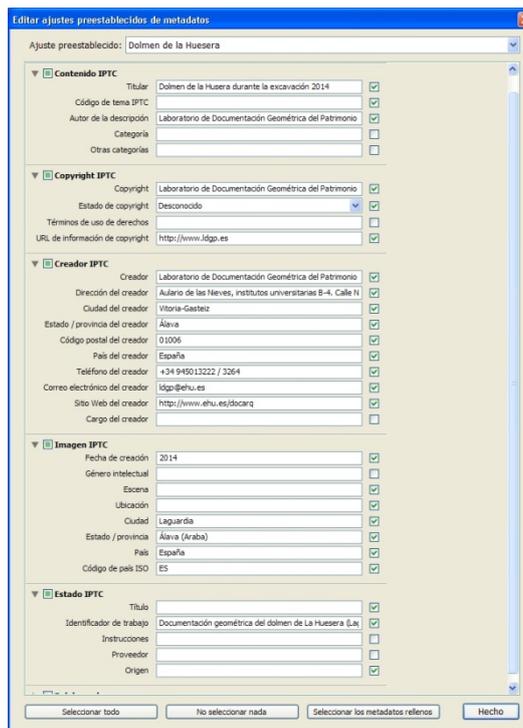


Fig. 15.- Metadatos descriptivos IPTC.

Para incorporar estos últimos metadatos se ha utilizado la herramienta *Adobe Lightroom®* que también puede utilizarse como base de datos de imágenes, es decir, que permite utilizar dichos metadatos con herramientas de búsqueda y gestión de los archivos.

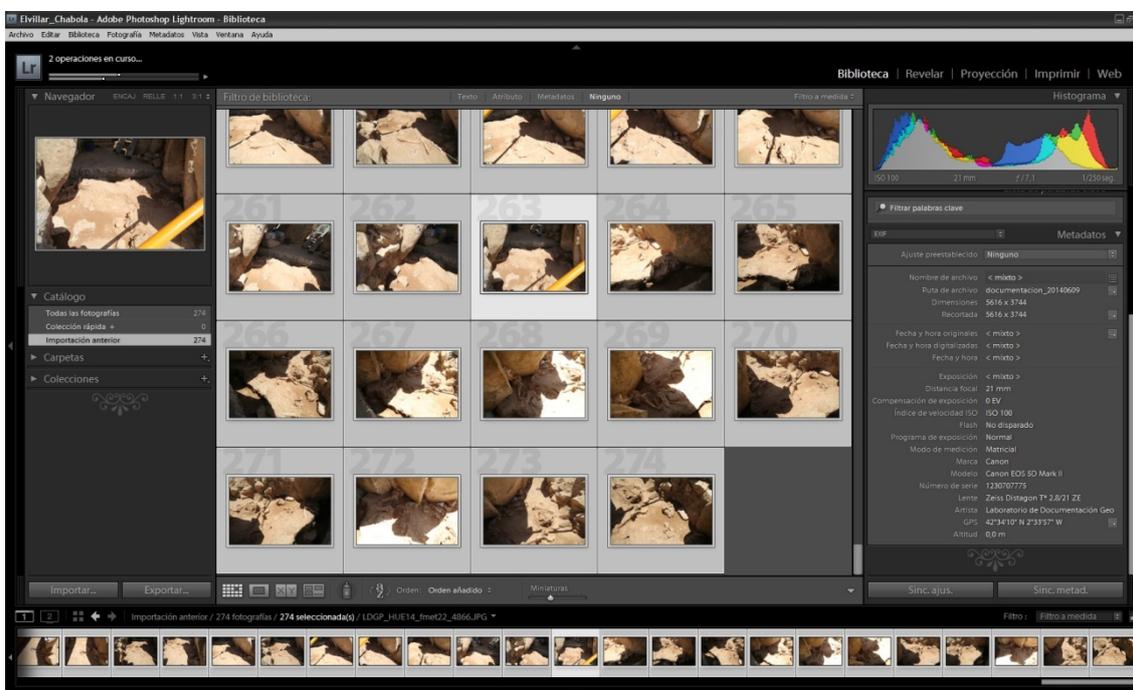


Fig. 16.- Base de datos fotográfica en el programa *Adobe Lightroom®*.

Las fotografías que se presentan en el CD que acompaña la presente memoria se han seleccionado de forma que se han eliminado vistas duplicadas o de baja calidad. Los archivos se presentan en dos formatos diferentes con el fin de facilitar su uso y favorecer su preservación a lo largo del tiempo, en concreto se han utilizado los formatos: DNG para servir como máster y JPEG para su difusión.

Por otro lado, en la carpeta «Util» de dicho CD se incluyen también la descripción del formato DNG así como de los esquemas de metadatos Exif e IPTC utilizados en las imágenes.

### 5.2.2.- Vista panorámica

Desde un acopio de materiales cercano al túmulo y utilizando el mismo sistema de jalón telescópico mencionado en la captura de información fotográfica, se ha procedido a obtener una imagen panorámica del yacimiento. Se trata de un producto muy interesante ya que permite analizar el monumento en su entorno natural y antrópico.

Esta imagen puede visualizarse de forma individual y también se ha preparado una página web interactiva en la cual el observador puede desplazarse y hacer zum.



Fig. 17.- Vista panorámica interactiva del dolmen y su entorno.

### 5.2.3.- Orientación, modelado 3D y generación de ortoimágenes

Para la generación de los modelo 3D se utilizó el programa basado en técnicas SfM (*Structure from Motion*), *Agisoft PhotoScan*®.

En primer lugar, se procede a la selección de las fotografías con las que se generará el modelo y a la carga de las mismas en el programa.

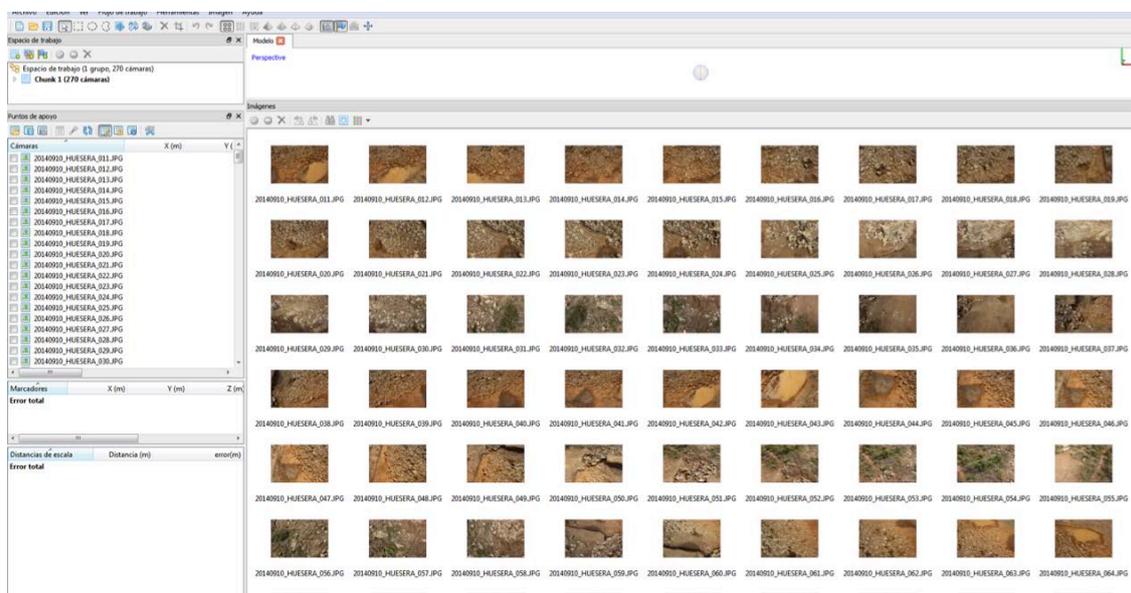


Fig. 18.- Carga de imágenes en el programa.

En el segundo paso, se realiza a la orientación automática del bloque de imágenes cargado anteriormente, obteniéndose la nube de puntos inicial de baja densidad (en este caso del modelo del túmulo completo que se muestra en la siguiente imagen resultan 1,5 millones de puntos).

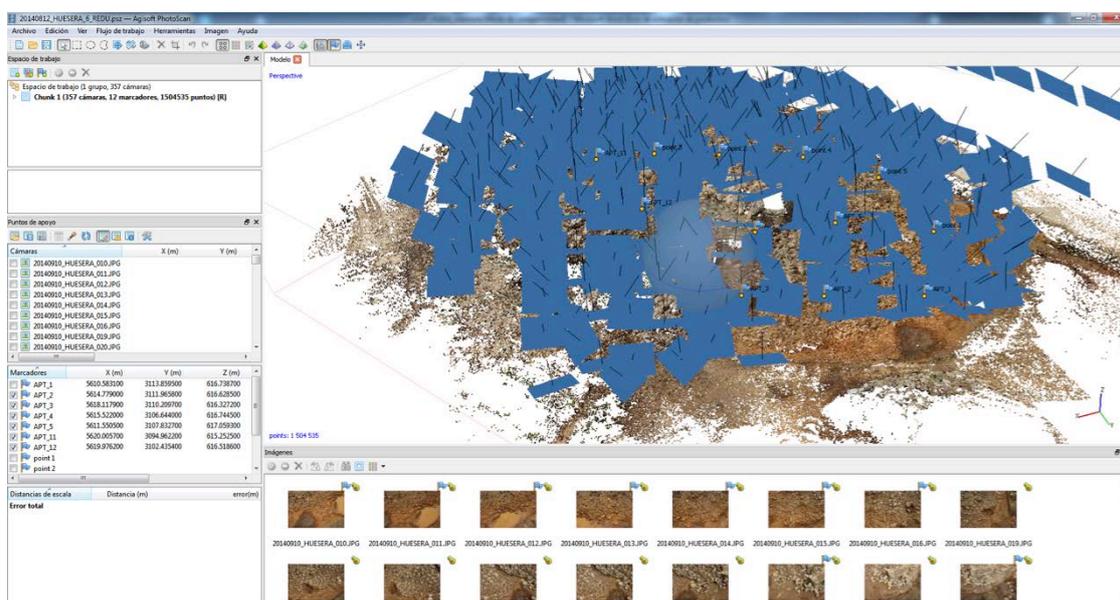


Fig. 19.- Orientación de las fotografías.

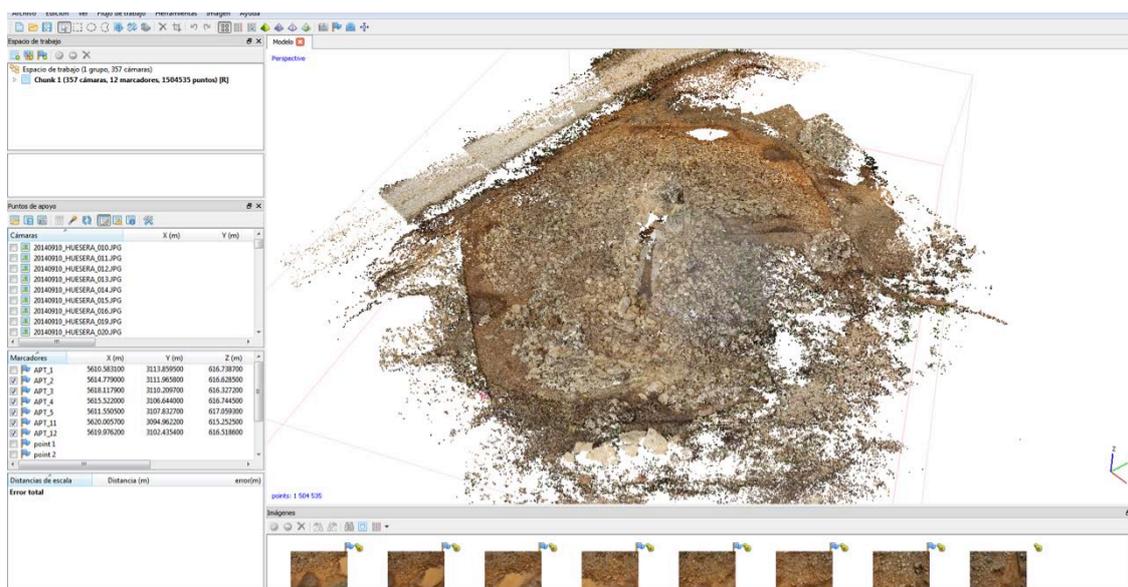


Fig. 20.- Nube de puntos inicial.

Verificada la orientación inicial y la nube de puntos generada inicialmente, se procede a la densificación de la nube de puntos. En este caso, este proceso nos genera una nueva nube de 64 millones de puntos, lo que equivale, para la superficie generada de 1.270 m<sup>2</sup>, a 50.000 puntos por m<sup>2</sup>.

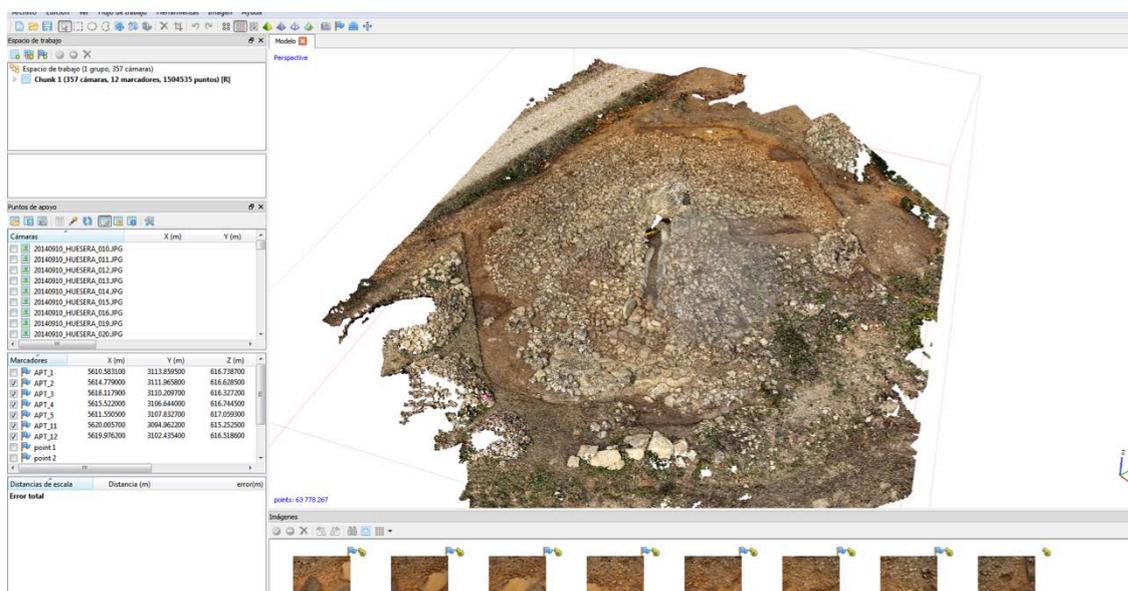


Fig. 21.- Imagen que representa la nube densificada.

A continuación, se genera la malla de triángulos, que definirá la geometría del túmulo. Este proceso se desarrolla en dos fases, generación de la malla a máxima resolución y reducción de la malla.

El programa crea una superficie, triangulando entre cada uno de los puntos definidos en la nube de puntos densa, lo que produce un modelo tridimensional con un tamaño de triángulo inferior a 0,5 cm.

El siguiente paso consiste en identificar y marcar cada uno de los puntos de apoyo, situados en campo y dotados de coordenadas tridimensionales, con el fin de definir el elemento generado en el espacio tridimensional y en el mismo sistema de coordenadas empleado en la documentación de las actuaciones arqueológicas, además de dotarlo de escala.

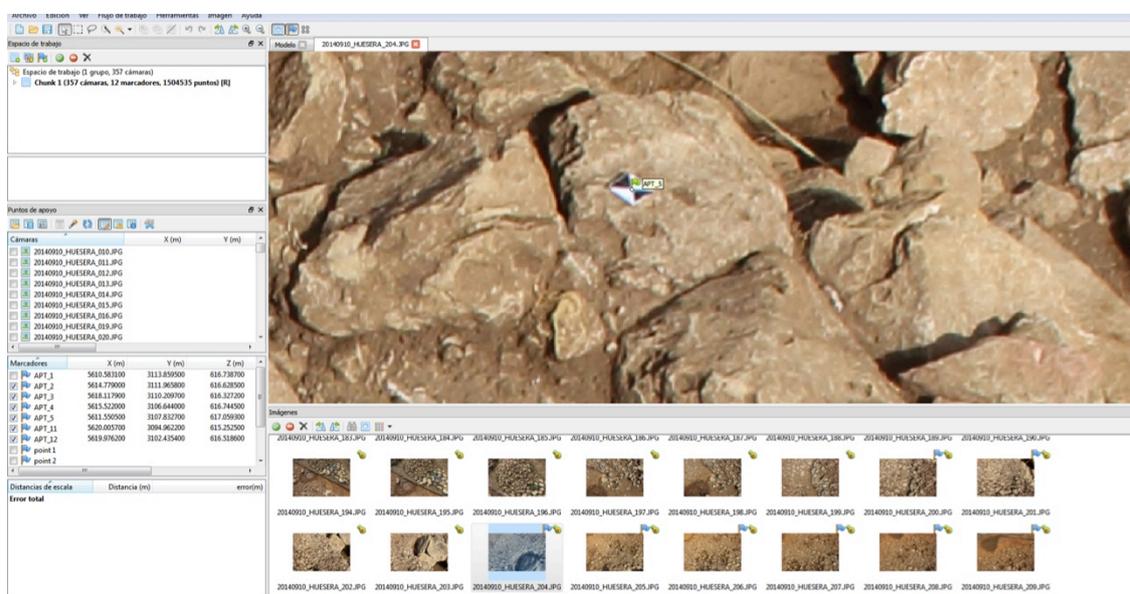


Fig. 22.- Imagen que representa el proceso de identificación de los puntos de apoyo.

Por último, solamente resta aplicar la textura fotográfica a la malla generada con lo que se obtiene el modelo 3D texturizado del túmulo.

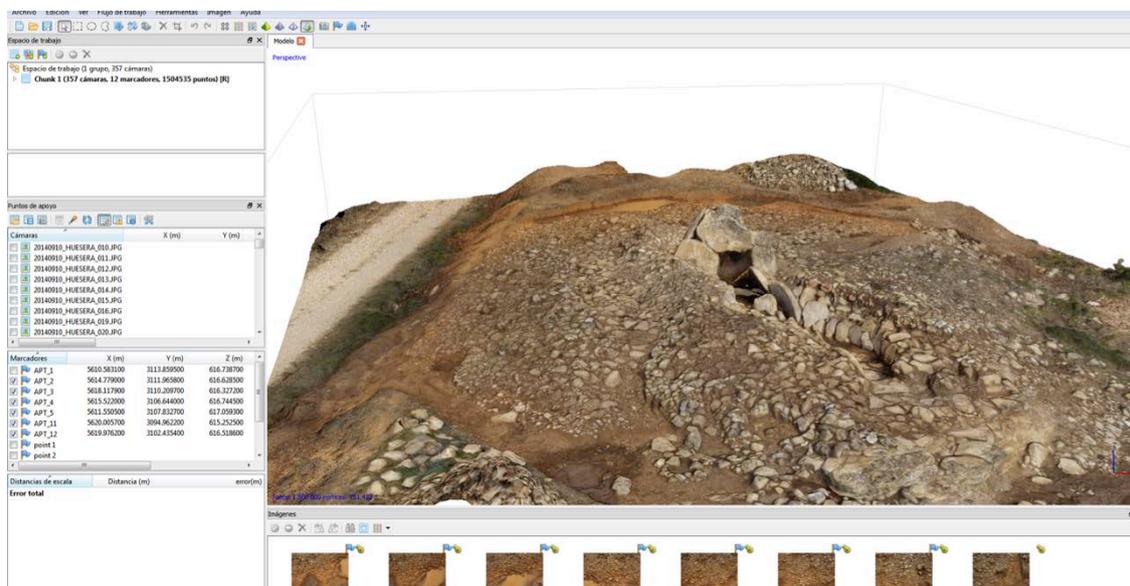


Fig. 23.- Imagen que representa el modelo 3D con la textura aplicada.

Este modelo de alta resolución es el producto base que se utiliza para la generación de las ortoimágenes que se incluirán en las salidas cartográficas a escala 1:50. De forma complementaria, con el fin de obtener un modelo 3D que se pueda exportar a formatos como .pdf y que cualquier ordenador, de prestaciones medias, pueda procesar para su visualización y explotación, se genera otro modelo en el que se reduce la malla a un tamaño de triangulo no superior a los 10 cm, con lo que el modelo 3D adquiere un tamaño y peso gestionable y exportable a formatos como .pdf, .obj o .ply.

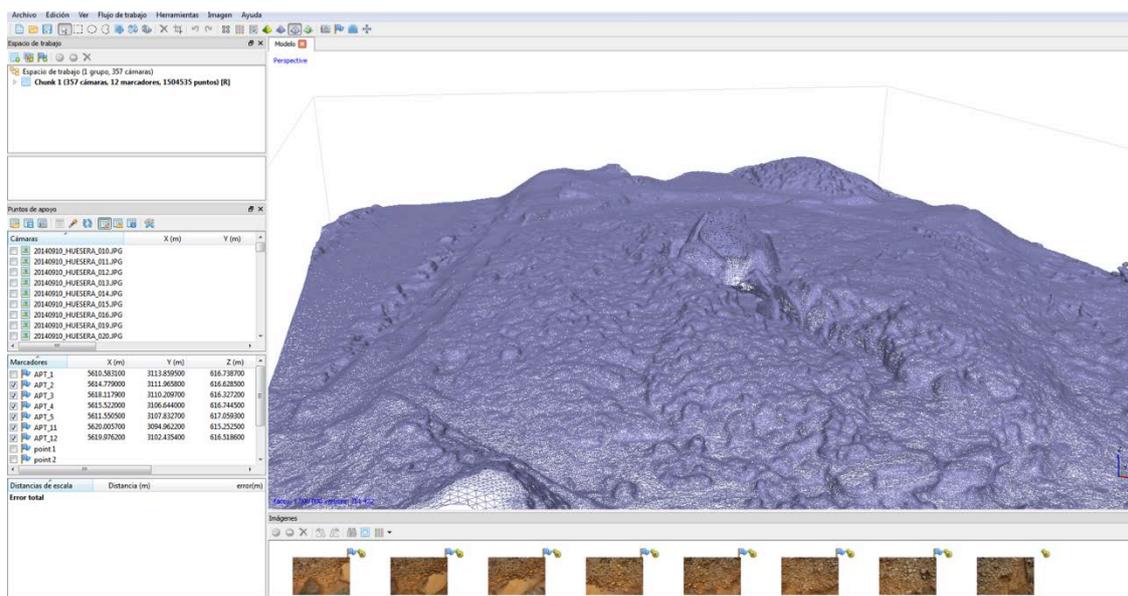


Fig. 24.- Imagen que representa la superficie mallada del túmulo una vez reducida de tamaño.

Como se ha indicado, una vez que se ha obtenido el modelo 3D texturizado, es posible exportarlo a diferentes formatos para su visualización y explotación. En este caso, se exporta a los formatos .ply y .pdf.

El formato .ply, se puede abrir y visualizar con programas como Meshlab, este programa está disponible en la red para su descarga gratuita.

Para abrir el modelo y visualizarlo en Meshlab, basta con ir a File-ImportMesh y seleccionar el fichero del modelo 3D.

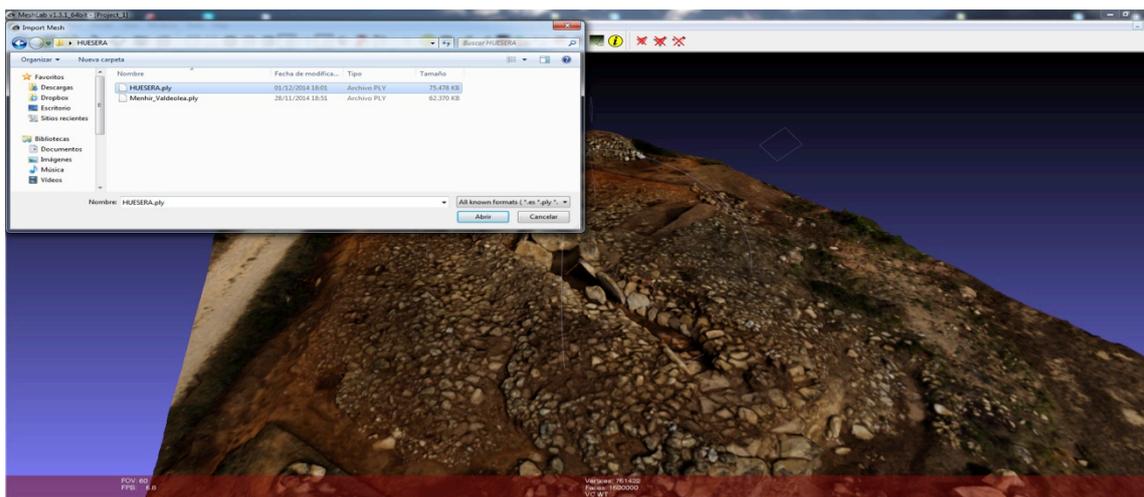


Fig. 25.- Imagen que representa el modelo 3D en el programa Meshlab.

Más sencillo aún para su visualización es la exportación del modelo al formato .pdf-3D. Con esta exportación, se genera un fichero en formato .pdf, que se abre directamente con el programa *Adobe Reader*.

Para visualizar el modelo 3D en dicho programa basta con abrir el fichero con el programa y hacer clic con el boton derecho del ratón. Aparece un desplegable en el cual se selecciona la acción “Herramientas-Ver barra de herramientas” con lo que se presenta en pantalla la barra que se muestra en la siguiente figura. Con las herramientas que nos aparecen en dicha barra, podemos rotar, mover, hacer zum, medir sobre el modelo, ver vistas, ver secciones, cambiar luces....

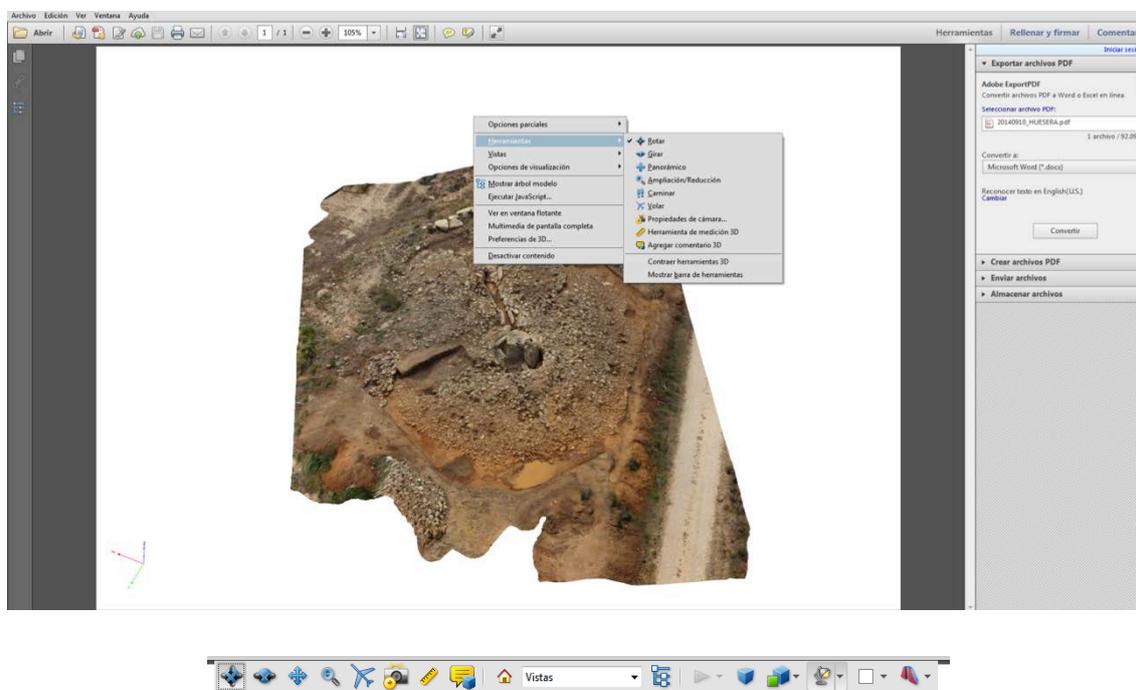


Fig. 26.- Imagen que representa el modelo 3D en el programa *Adobe Reader* y la barra de herramientas para visualizar el modelo.

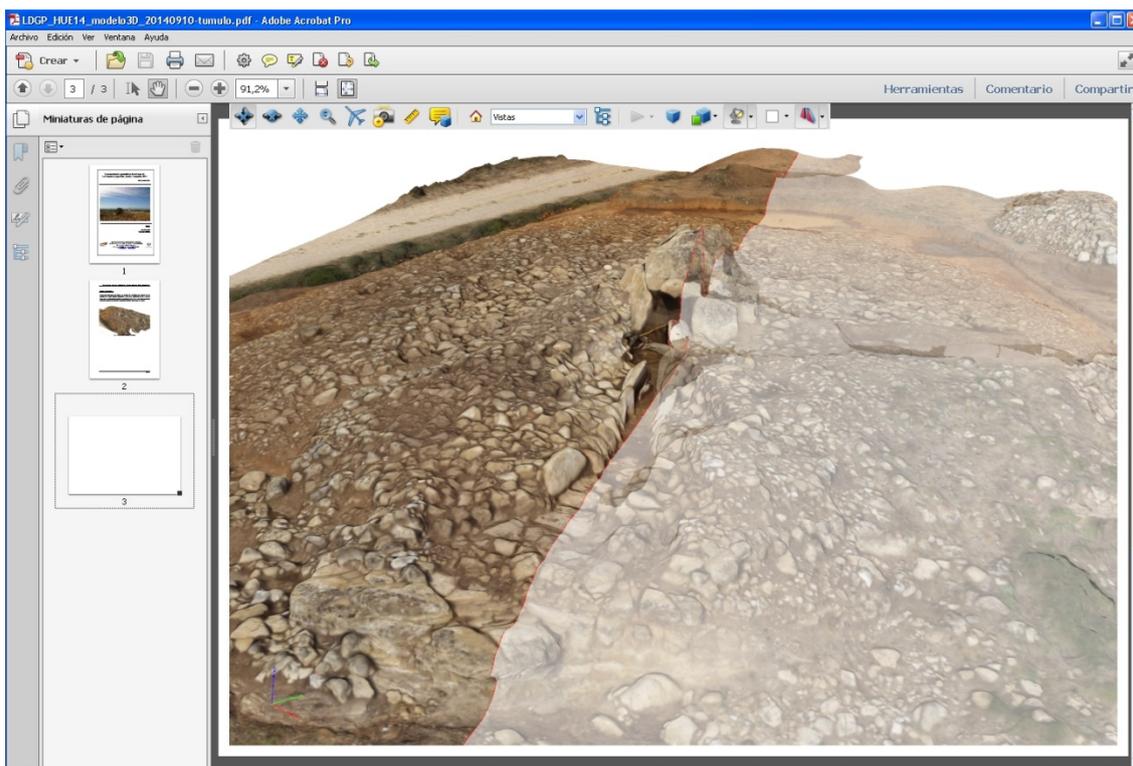


Fig. 27.- Imagen que representa el modelo 3D en el programa *Adobe Reader* y la vista de una sección a lo largo del corredor.

Otro producto generado a partir del modelo 3D con textura, son las ortofotografías del túmulo. Dichas ortofotos se generan a partir de la malla de triángulos a máxima resolución y del mosaico de imágenes con las que se generó la textura del modelo. Este proceso se realiza una vez que se ha orientado y escalado el modelo con textura, mediante los puntos de apoyo de coordenadas conocidas, identificados en las fotografías.

Las condiciones con las que se ha obtenido el modelo 3D, un paso de malla de 0,5 mm, el tamaño de cada fotografía tomada y la distancia de toma al objeto, permite la generación de una ortofotografía general con un tamaño de pixel de 5 mm.

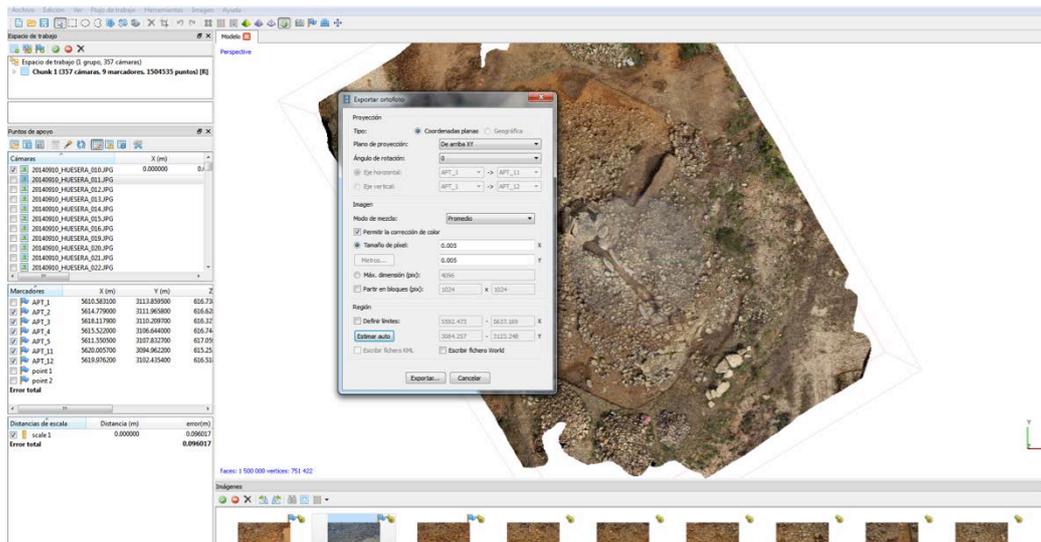


Fig. 28.- Imagen que representa el proceso de generación de la ortofoto general.



Fig. 29.- Ortofotografía obtenida

Por otro lado, con el fin de facilitar la interpretación tridimensional del yacimiento, también se han preparado algunos anáglifos a partir del modelo tridimensional. Estas imágenes pueden visualizarse estereoscópicamente con ayuda de las correspondientes gafas rojo-cian.

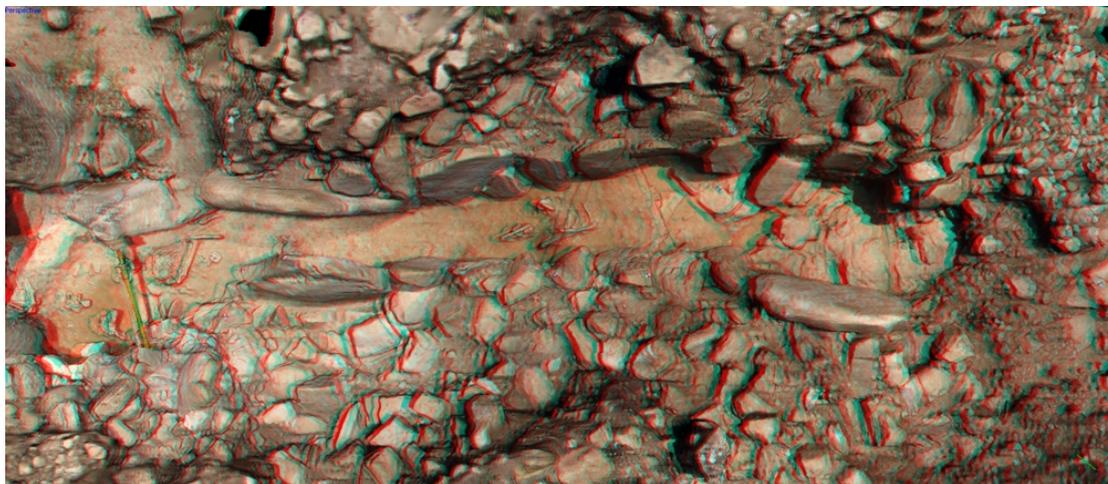


Fig. 30.- Anáglifo que presenta una vista cenital del corredor con los restos óseos localizados en la presente campaña.

#### 5.2.4.- Dibujo de inhumaciones

Durante las campañas anteriores se ha ido confeccionando un modelo CAD con la geometría vectorial (líneas, puntos y superficies) del dolmen y su entorno. Las líneas capturadas en 2014 se introducen también en este modelo, el cual se actualiza de forma que refleje el estado del monumento tras la presente campaña de excavación.

Por otro lado, se importan las ortoimágenes generadas y sobre ellas se dibujan los perímetros de los restos óseos, de esta forma se dispone también de elementos individualizados en formato vectorial (líneas) que pueden gestionarse y representarse en el entorno CAD.

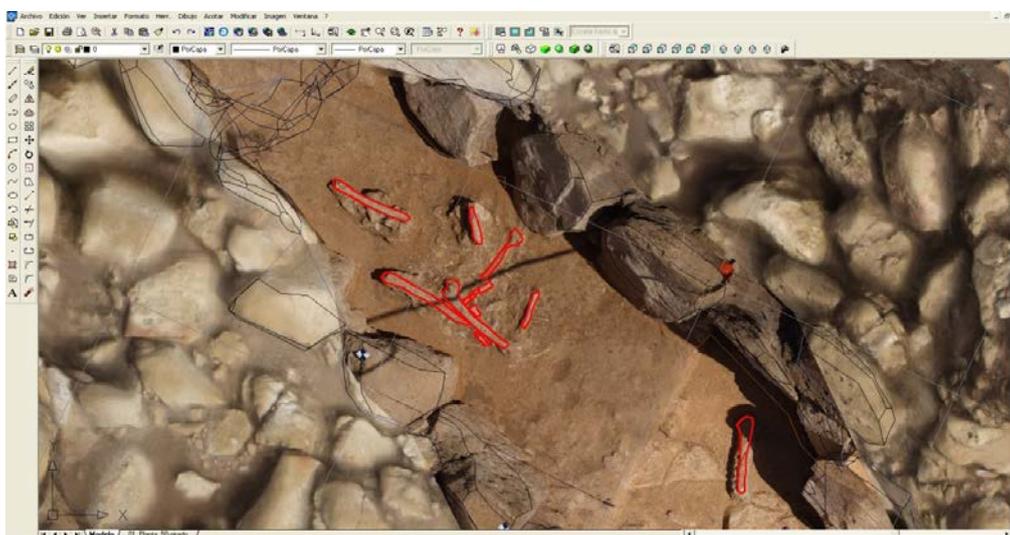


Fig. 31.- Restos óseos (línea roja) individualizados sobre la ortoimagen de junio de 2014.

### 5.2.5.- Modelo CAD

La información de la presente campaña complementa la obtenida en los años anteriores. El modelo CAD que se incluye corresponde a la versión actualizada de la geometría del monumento.

La información se presenta organizada en capas de manera que sea más fácil su gestión y la selección de los elementos de interés a representar en cada momento. En concreto, la lista de capas del modelo es la siguiente:

```
00_cajetin
00_ventanas-graficas
01_apoyo-20140609
01_apoyo-201408-pasada1
01_apoyo-201408-pasada2
01_apoyo-20140910
01_bases_red-topografica
02_agujerosarboles
02_basecorredor-2014
02_corredor_excavacion_aristas-completadas-2013
02_corredor_excavacion_aristas-visibles-2013
02_enterramientos-2014
02_losas_aristas-completadas-2013
02_losas_aristas-visibles-2013
02_murocierre-2014
03_losas_mallas-2013
03_paredes-2013
03_suelos-2013
04_ortocamara-20140609_1
04_ortocamara-20140609_2
04_ortocamara-20140609_3
04_ortotumulo-20140910
05_cuadrícula-exterior
```

Fig.32 .- Listado de capas del modelo tridimensional.

El nombre de cada capa sigue la siguiente codificación:

- En primer lugar, un código numérico de dos dígitos que indica el tipo de información contenida en la capa, así: «00» identifica las capas utilizadas en las salidas en papel (cajetín y ventanas), «01» elementos puntuales en el espacio 3D, «02» elementos lineales, «03» elementos superficiales, «04» ortomágenes y «05» elementos auxiliares en el espacio 3D (en concreto, la cuadrícula de la excavación).
- Seguidamente se incluye el nombre que identifica el contenido de cada capa.

Para referirse las capas con información de las campañas anteriores se ha incluido la fecha «2013» lo que lo diferencia de las nuevas que se identifican con la etiqueta «2014». Las capas que corresponden a elementos permanentes no se han identificado con ninguna fecha.

Para identificar las ortoimágenes (y sus correspondientes apoyos) realizadas en diferentes momentos a lo largo de la campaña se ha incluido la fecha completa (año, mes, día).

El modelo se presenta originalmente en formato .dwg (versión 2000); adicionalmente, con el fin de posibilitar un mayor rango de usos, se presenta también otra versión en el formato de intercambio .dxf (también de la versión 2000). Asimismo, el fichero incluye sus correspondientes metadatos descriptivos de forma que su contenido pueda contextualizarse en todo momento.

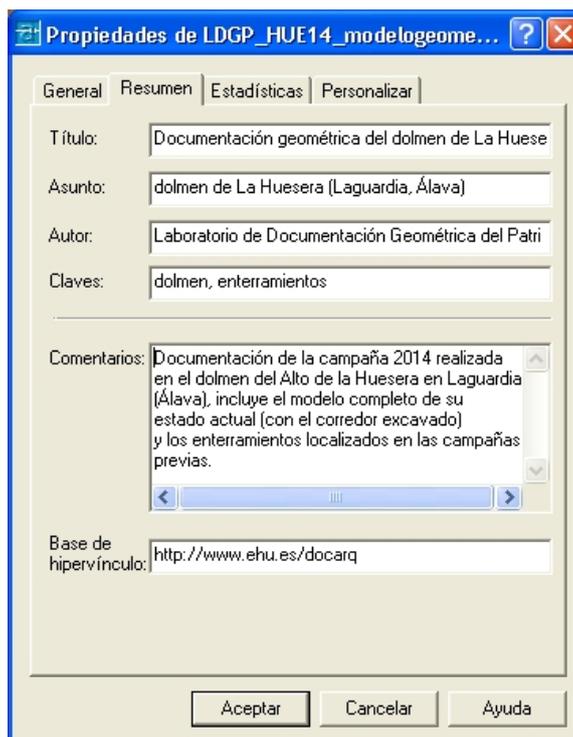


Fig.33.- Metadatos descriptivos del modelo CAD.

### 5.2.6.- Planos

A lo largo del periodo de excavación, se han ido realizando planos provisionales que indicaban, por ejemplo, la posible extensión del túmulo y que han servido para ir ajustando el desarrollo de la excavación y plantear hipótesis sobre la configuración del monumento.

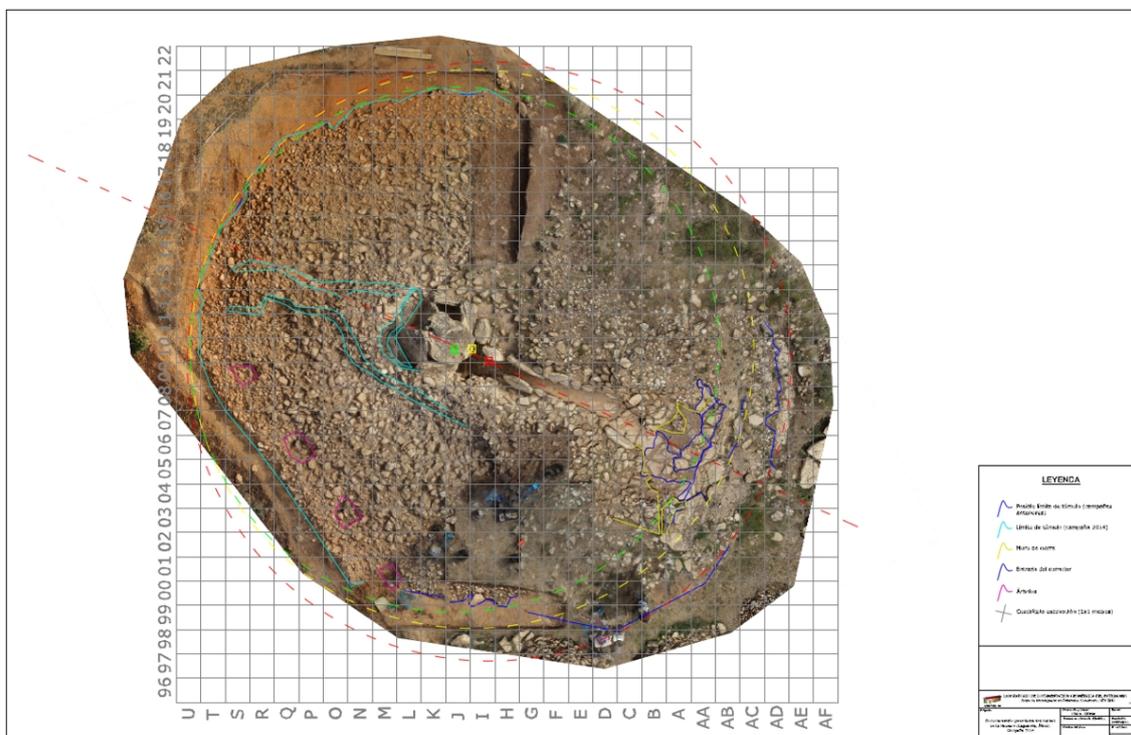


Fig.34.- Sobre la ortoimagen generada a mitad de la campaña se han marcado tres posibles límites del túmulo (círculos discontinuos en rojo, verde y amarillo) en función del área descubierta, permitiendo así afinar la continuación de los trabajos de excavación.

De cara al informe final, y de acuerdo con los arqueólogos responsables de la intervención, se decidió generar una única vista en planta en la que se representase la cuadrícula de la excavación sobre una ortoimagen compuesta del estado final del túmulo (septiembre) y del corredor en con los restos óseos (junio), es decir, una ortoimagen que contuviese toda la riqueza informativa de la campaña. Este plano se presenta en formato A1 a escala 1:50.

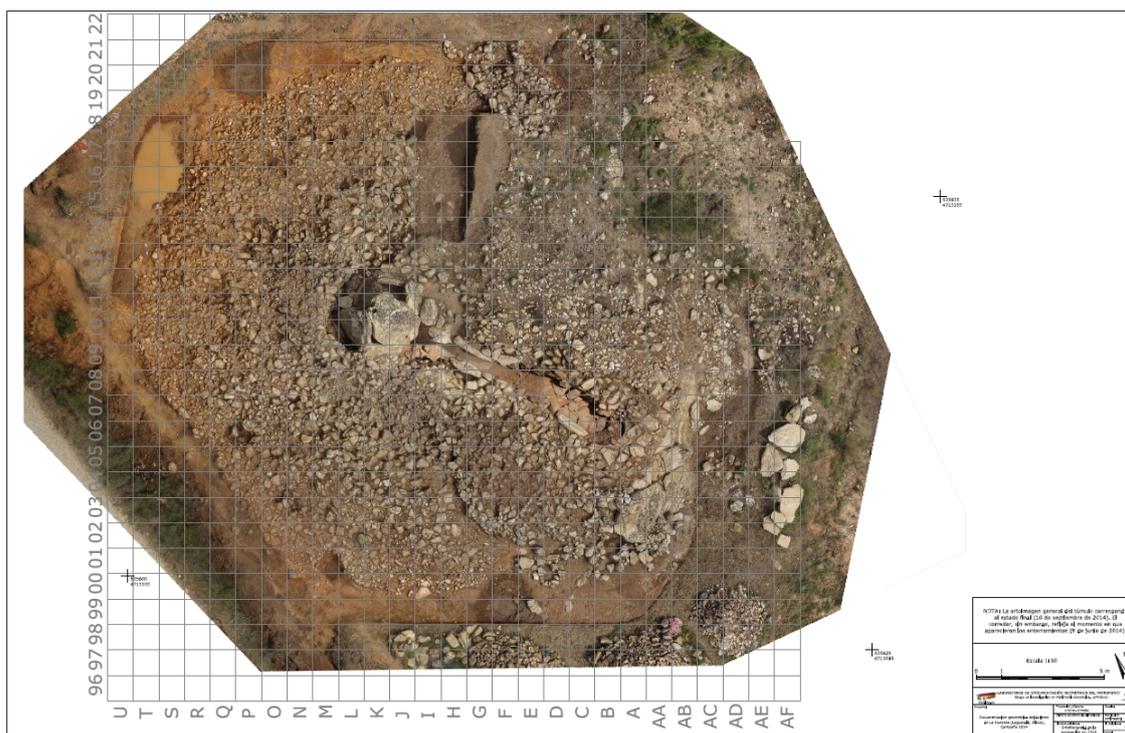


Fig. 35.- Ortofotografía (escala 1:50) del conjunto del dolmen con su túmulo e indicación de la cuadrícula de excavación.

## 6.- Contenido del CD

El CD que acompaña el presente proyecto, se organiza según la siguiente estructura:

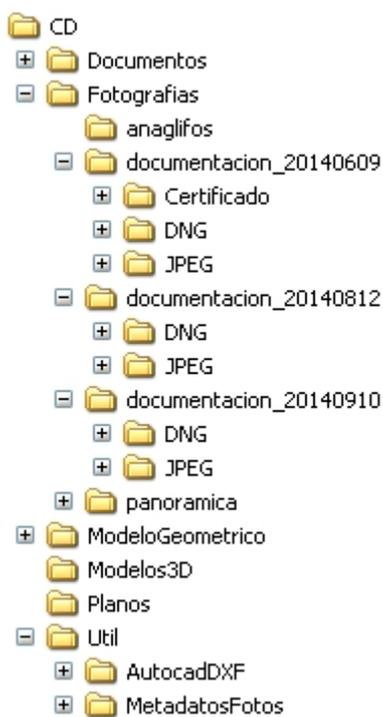


Fig. 36.- Contenido del CD adjunto al proyecto.

En concreto, el contenido de cada carpeta es el que se menciona a continuación:

- Documentos: incluye la memoria descriptiva de los trabajos topográficos realizados (este documento).
- Fotografías: fotografías tomadas en campo, organizadas en función del día de captura. Se presentan en dos formatos para facilitar su uso (DNG y JPEG). Asimismo, se incluyen tres imágenes en anáglifo obtenidas a partir del modelo 3D y la vista panorámica del yacimiento y su entorno.
- Modelo geométrico: fichero CAD que incluye la información vectorial de la presente campaña junto con la de las campañas anteriores. También se encuentran enlazadas las correspondientes ortoimágenes.
- Modelos 3D: tres ficheros 3D en formato .pdf que corresponden respectivamente al corredor y el conjunto del túmulo en agosto y al estado final del túmulo en septiembre.
- Planos: ortofotografía a escala 1:50 del yacimiento en formato .pdf (papel tamaño A1).
- Util: descripción del formato .dxf de AutoCAD, del formato DNG de las imágenes y de los esquemas de metadatos utilizados para las fotografías (Exif e IPTC).

## **ANEXOS**

## Anexo I: Instrumental empleado

A continuación se presenta el certificado de calibración del material topográfico empleado.

- when it has to be right



Leica Geosystems, s.l.  
Nicaragua, 46  
08029 Barcelona  
Teléfono (+34) 93 494 94 40  
Fax (+34) 93 494 94 42  
www.leica-geosystems.com

### Certificado de Verificación y Control

Emitido por laboratorio de Leica Geosystems S.L.

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO  
Dpto. Ing. Min y Met y C. Materiales  
NIEVES CANO, 12  
01006 VITORIA

Nº de Informe: 300977647  
Fecha: 20.12.2013

Instrumento: TCR1205 R300  
Nº de Serie: 213379

Nº de Cliente: 50198  
Nº de Técnico: 120003

#### Identificación de patrones utilizados:

1. **Ángulos:** Colimador de ejes Wild modelo T4 nº 024 con certificado del CEM número 130164002.
2. **Distancia:** Línea base con centrado forzoso y 1 reflector a la distancia con certificado del CEM número 130164006.

#### Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto:

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura  $K=2$ , aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

#### Procedimientos utilizados:

3. **Verificación patrones:** Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.C.P LG 05-11.
4. **Verificación instrumento:** Procedimientos descritos en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.V.TPS LG 05-11, P.A. TPS LG 05-11.

#### Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión  $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .  
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

#### Cálculo de resultados:

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Sociedad Unipersonal inscrita en el registro Mercantil de Barcelona, Tomo 29.906, Folio 107, Alga B-169266, inscripción I.C.I.F. B-61385487



- when it has to be right



**Resultados:**

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0009
Desviación V (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0010
Desviación distancia (mm)				
Distanciómetro infrarrojo	2	2 mm + 2 ppm	2	1.5
Distanciómetro láser	3	3 mm + 2 ppm	3	2

**Error de entrada angular (Gon):**

	M1
Desviación Hz	0.0015
Desviación V	0.0015

**Error de entrada distanciometría (mm):**

	M1
Desviación D1	2

**Error de salida angular (Gon):**

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación Hz	0.0009	0.0009	0.0009	0.0010	0.0009
Desviación V	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	0.0010

**Error de salida distanciometría (mm):**

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación D1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

**Notas:**

Terminología de siglas:  
 V: valor ángulo vertical.  
 Hz: valor ángulo horizontal.  
 D1: distancia 1 conocida y certificada por el CEM.  
 Mx: número de medida realizada.

Los certificados de calibración de nuestros patrones pueden ser descargados en:  
[http://www.leica-geosystems.es/es/Servicio-Tecnico\\_52995.htm](http://www.leica-geosystems.es/es/Servicio-Tecnico_52995.htm)

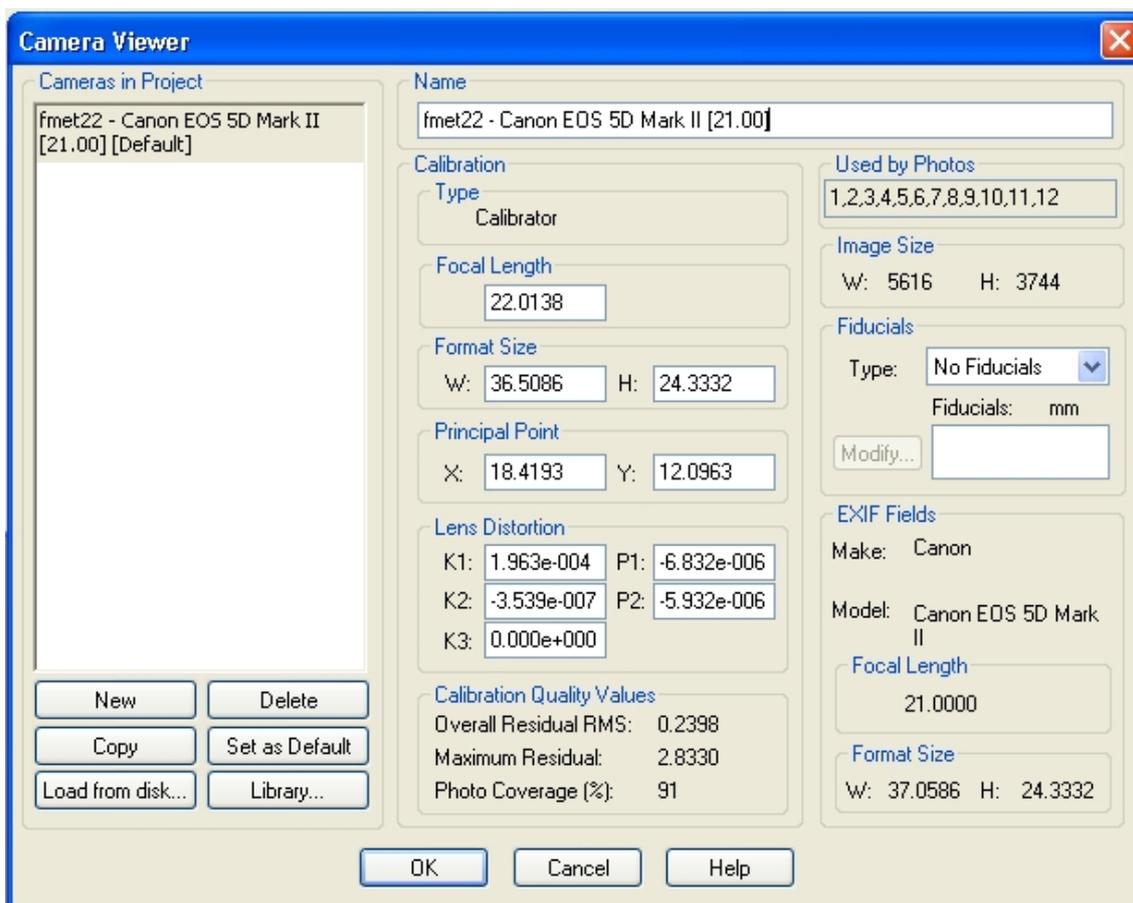
No se permite la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito de Leica Geosystems, S.L.

Leica Geosystems, S.L.  
  
 Javier Carbonero  
 Jefe de Servicio Técnico

Sociedad Unipersonal inscrita en el registro Mercantil de Barcelona, Tomo 29.906, Folio 107, Haja B-165035, inscripción 1.C.I.F. B-61396497



Por lo que respecta a la cámara utilizada en la documentación del corredor y los restos óseos, su correspondiente certificado de calibración es el que se presenta a continuación. Las fotografías obtenidas con esta cámara se identifican con la etiqueta «fmet22», la cual forma parte del nombre de los ficheros.



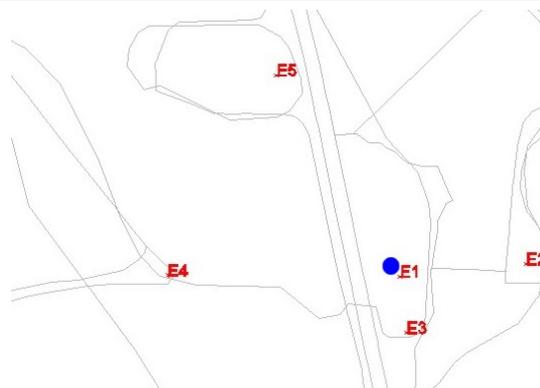
**Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica**

 <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E1	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535616,843	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713101,216	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 617,280	

Reseña literal: hito feno (amarillo) situado junto a punto de nivelación en un hito sobre el túmulo a escasos metros al sudeste de la cámara.

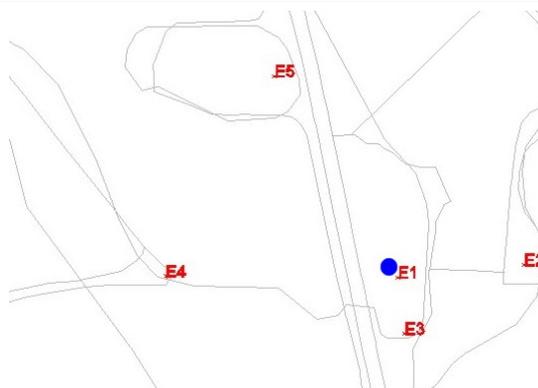
**NOTA:** esta estación fue eliminada durante la excavación del túmulo.



	<h2 style="text-align: center;">Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E2	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535667,920	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713106,361	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 611,435	

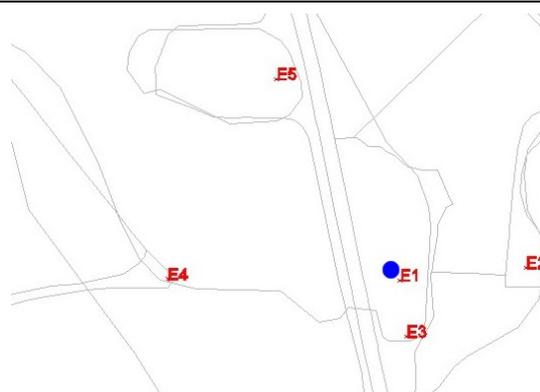
Reseña literal: clavo con cruz marcada en la cabeza sobre una roca prominente en un conjunto de bloques de gran tamaño situado unos 50 metros al Este de la cámara del dolmen.



	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E3	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535619,522	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713078,078	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 615,693	

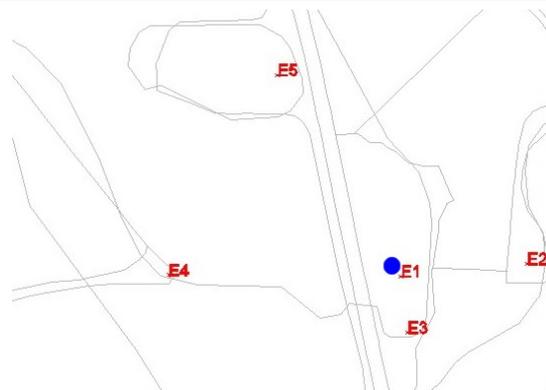
Reseña literal: clavo de acero inoxidable sobre roca en un conjunto de bloques entre maleza situado al sur de la explanad sin cultivar donde se encuentra el dolmen, a unos 20 metros de la cámara.



	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E4	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535522,665	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713101,758	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 616,788	

Reseña literal: clavo de acero inoxidable con cruz en la cabeza, sobre roca en un amontonamiento situado a unos 90 metros al Oeste de la cámara.

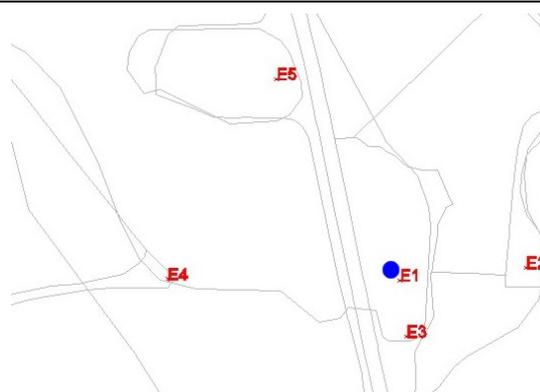


	<h2 style="text-align: center;">Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E5	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535566,824	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713184,067	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 623,077	

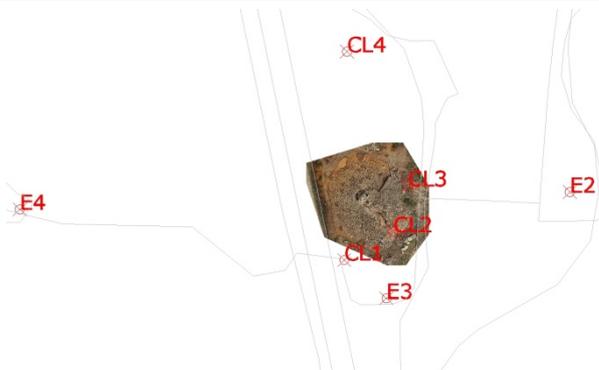
Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado en una roca en la parte más alta de un montículo de piedras sueltas situado a unos 90 metros al Nornoroeste de la cámara.

**NOTA:** durante los días de campo se estaban realizando labores de desfonde en esta zona por lo que es posible que la estación se haya perdido.



 <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

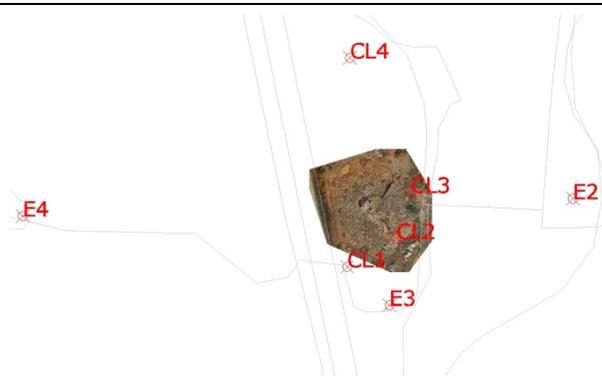
ESTACIÓN:	CL1	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	9 de junio de 2014	X = 535608,352	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713088,269	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 615,049	

<p><u>Reseña literal:</u> clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado con arandela en un afloramiento rocoso en el borde superior del talud de la carretera, muy próximo al cartel indicador del dolmen.</p>	
	

 <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	CL2	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	9 de junio de 2014	X = 535621,358	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713095,819	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 615,120	

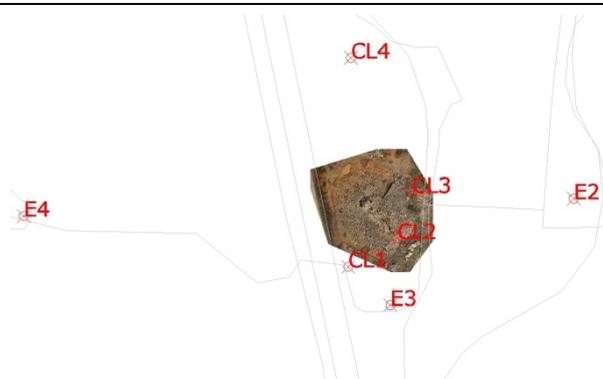
Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado con arandela en la roca que forma el límite sur de la plataforma sobre la que se asienta el túmulo.



 <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

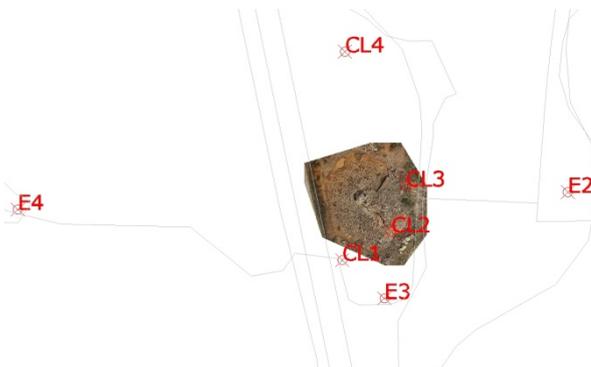
ESTACIÓN:	CL3	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	9 de junio de 2014	X = 535625,203	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713108,068	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 614,967	

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado con arandela en un afloramiento rocoso en la parte oriental del túmulo.



	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	CL4	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	9 de junio de 2014	X = 535609,087	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713143,767	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 617,932	

<p><u>Reseña litera</u>l: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado con arandela en una losa que se encuentra al norte de la plataforma en la que se asienta el megalito.</p>	
	

## PLANOS



Plano 1.- Ortografía (escala 1:50) del conjunto del dolmen con su túmulo e indicación de la cuadrícula de excavación.



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)

Centro de investigación Micaela Portilla  
C/ Justo Vélez de Elorriaga 1, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

