



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura (UPV-EHU)



UPV EHU

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios  
C/ Nieves Cano 33, 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**

# 9-1

<b>Información general / General information</b>		
ELEMENTO:	Villoslada_Eras	:ELEMENT
TITULO:	Generación de una ortoimagen de las eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	Mayo 2010 / <b>May 2010</b>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_009-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <b>Spanish</b>	:LANGUAGE


<b>Resumen</b>	
TITULO:	Generación de una ortoimagen de las eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Se trata de una explanada de unos 150 x 50 metros a las afueras del pueblo que antiguamente formaba un conjunto de eras empedradas (círculos de unos 20 metros de diámetro) de las cuales dos se han descubierto.
DOCUMENTACION:	Colección de fotografías métricas tomadas desde un helicóptero de radiocontrol. Observación GPS de varias bases para obtener sus coordenadas en el sistema de referencia oficial UTM-ETRS89 y radiación de coordenadas de los puntos de apoyo.
TECNICAS:	Topografía clásica, fotogrametría estereoscópica, GPS
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortoimágenes.</li> <li>• Colección de pares fotogramétricos.</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, topografía, fotogrametría, era
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Etnología

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Generation of an orthoimage of the threshing floors in Villoslada de Cameros (La Rioja)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	A leveled area of around 150 by 50 meters at the outskirts of the town. Formely it was a group of threshing floors (circles with a diameter of 20 m) but nowadays they are covered by grass, except for two which have been excavated recently.
DOCUMENTATION:	Photogrammetric pairs from a remote controlled helicopter, GPS observation in order to get UTM-ETRS89 coordinates and direct surveying for the coordinates of the control points.
METHODOLOGIES:	Clasic surveying, stereoscopic photogrammetry, GPS
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orthoimages.</li> <li>• Photogrammetric pairs.</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	heritage, surveying, photogrammetry, threshing floor
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Surveying, Photogrammetry, Religious Buildings, Ethnology

<b>Localización / Placement</b>		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Eras (Villoslada de Cameros)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7294985)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.109458,-2.67503	:COORDINATES

<b>Equipo de trabajo / Staff</b>		
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
----------------	--	---------

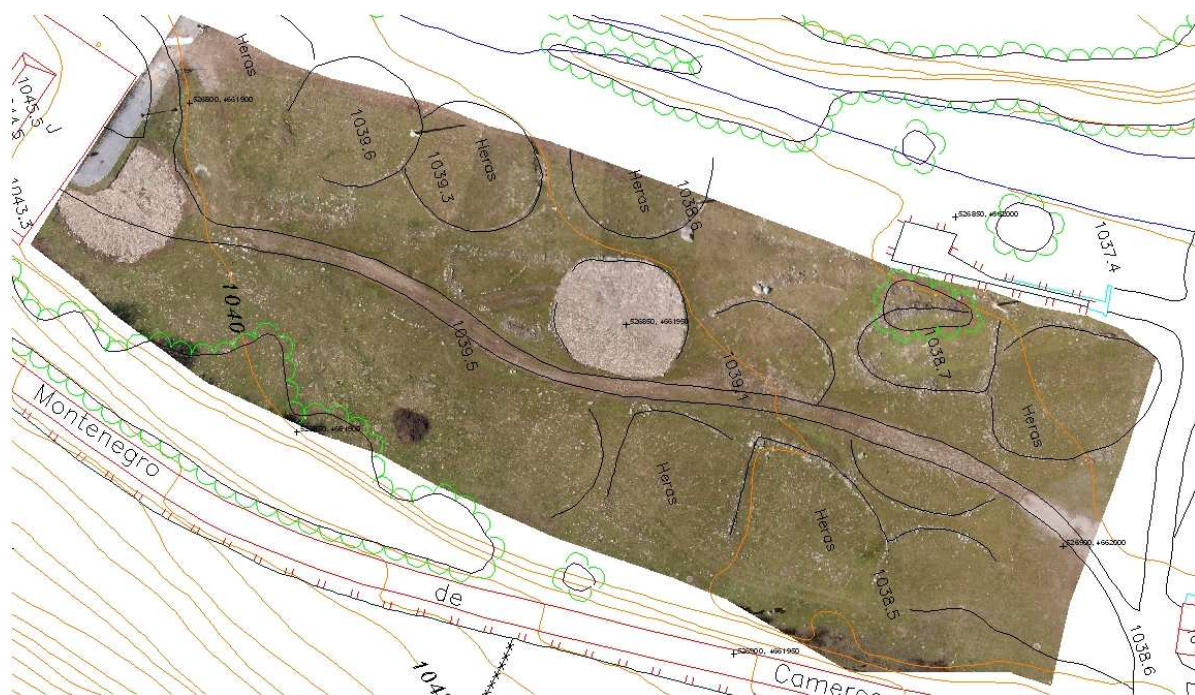
Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio 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		
ID PERMANENTE:	<a href="http://hdl.handle.net/10810/7389">http://hdl.handle.net/10810/7389</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem009-1_Villoslada_Eras.pdf</b>: este documento / <i>this document</i>.</li> <li>• <b>ldgp_VIL10_fot_eras?.jpeg</b>: 5 fotografías de documentación / <i>5 pictures for documentation purposes</i>.</li> </ul>	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Generación de una ortoimagen de las eras de Viloslada de Cameros (La Rioja) (Vitoria-Gasteiz, Álava)</i> . 2010	:CITATION

# Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)

Vitoria, Mayo 2010



## 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>



**UPV EHU**

## INDICE

1.- Introducción .....	3
2.- Localización y emplazamiento .....	4
3.- Objetivos .....	5
4.- Esquema de procesos .....	6
5.- Desarrollo del proyecto .....	7
5.1- Observación GNSS de la red topográfica .....	7
5.2- Señalización y observación del apoyo fotogramétrico .....	7
5.3- Transformación de coordenadas de los puntos de apoyo al sistema UTM-30 ETRS 89, con cota ortométrica .....	11
5.4- Obtención de las imágenes fotográficas.....	11
5.5- Clasificación, archivo y documentación de las imágenes fotográficas .....	12
5.6- Orientación de las imágenes y generación de las ortoproyecciones .....	16
5.7- Edición cartográfica .....	18
6.- Resultados .....	19
6.1- Pares fotogramétricos.....	19
6.2- Modelo geométrico .....	19
6.2- Colección de planos .....	21
ANEXOS .....	22
Anexo I: Instrumental empleado .....	23
Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica .....	27
PLANOS .....	34



## **1.- Introducción**

El estudio y puesta en valor de las Eras de Villoslada de Cameros en La Rioja, mediante su limpieza y acondicionamiento, forman parte de un proyecto de La Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial para acondicionar el entorno del Centro de Interpretación del Parque Sierra de Cebollera y el paraje de Puente Ra.

Tras la limpieza y estudio de la era central y la situada junto a la entrada de las piscinas, por parte del equipo de arqueología, dirigido por el Dr. Carlos López de Calle, éste se puso en contacto con el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV-EHU, con el fin de analizar las posibilidades de registro y representación más adecuada, tanto para las dos eras excavadas, como para el conjunto de eras situado entre el Centro de Interpretación y las piscinas municipales. Se analizaron de forma conjunta, las necesidades del proyecto, junto con las disponibilidades temporales y técnicas, así como las precisiones y posibilidades de representación, decidiendo la generación de una ortoimagen de conjunto que sería de detalle en la zona correspondiente a las dos eras excavadas.



Fig. 1.- Espacio de las eras, al fondo el recinto de las piscinas municipales.



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

El espacio objeto de registro se circunscribe al acotado por el Centro de Interpretación del Parque Natural de la Sierra Cebollera y su aparcamiento por el Norte, las piscinas municipales por el sur, el Río Montenegro por el oeste y la carretera LR-333 que desde Villoslada conduce a Montenegro de Cameros (Soria).

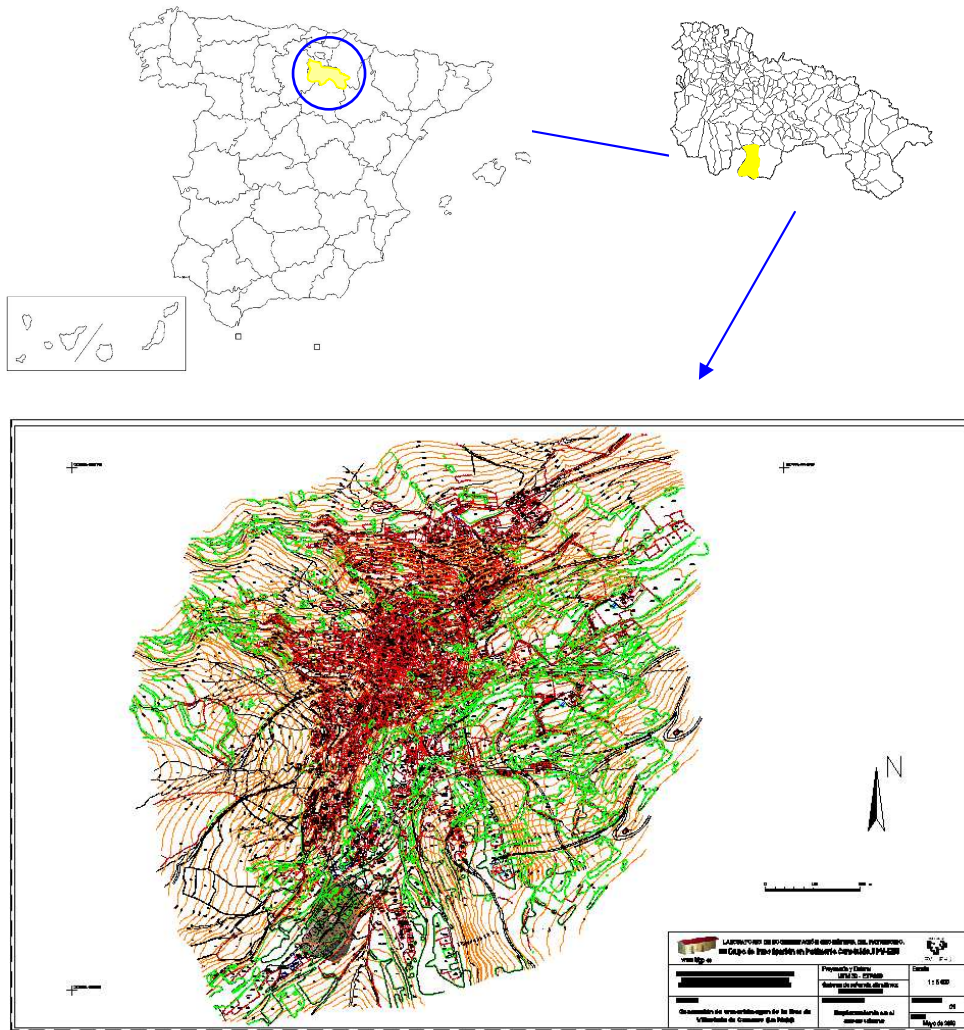


Fig. 2.- Localización de las Eras al sur del casco urbano de Villoslada de Cameros. Base cartográfica del Gobierno de La Rioja ([www.iderioja.org](http://www.iderioja.org)).

### **3.- Objetivos**

Se pretende obtener una ortoimagen digital y su correspondiente representación en soporte papel, a una escala 1:500, de la zona excavada de las Eras de Villoslada de Cameros en La Rioja, para ello se contará con la ejecución de un vuelo fotográfico con cámara calibrada, proporcionado por D. Carlos López de Calle, que será convenientemente apoyado por medio de topografía y georeferenciado mediante técnicas de posicionamiento por satélite.

El producto que se pretende generar será directamente integrable en los sistemas cartográficos de la Comunidad Autónoma de La Rioja y de instancias superiores, al ejecutarse en el sistema de coordenadas oficial ETRS89.

El proceso consiste en la generación de la información geográfica de forma progresiva, en primer lugar se instalará una red de estaciones a las que se dotará de coordenadas mediante técnicas GPS-GLONASS, obteniendo las correcciones respecto a los sistemas satelitales mediante la red de estaciones permanentes del Gobierno de La Rioja.

Seguidamente se generará el modelo volumétrico del terreno que servirá como superficie de referencia sobre la que ortoproyectar cada uno de los píxeles que componen las distintas imágenes aéreas con las que se recubrirá la zona de las Eras.

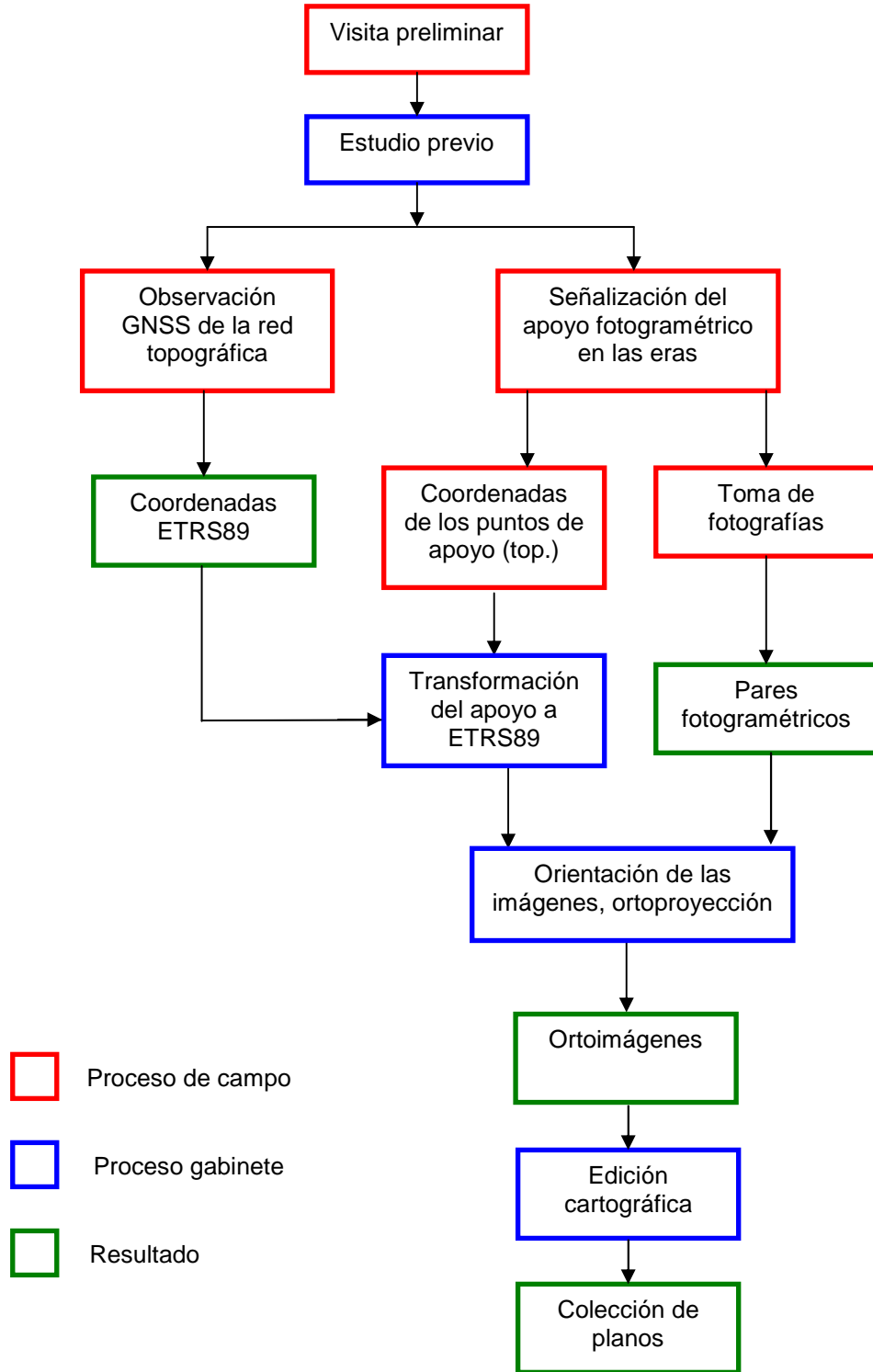
El siguiente paso consiste en la preseñalización de la zona a documentar, mediante un conjunto de señales que serán registradas por las fotografías y que permitirán que estas sean georeferenciadas.

Con las imágenes obtenidas se estará en disposición de realizar, en gabinete, el proceso de rectificación re proyectando cada uno de los puntos que componen las imágenes a su verdadera posición sobre el plano.

Finalmente se editarán un conjunto de planos a distintas escalas, para localizar y emplazar adecuadamente, las eras en su conjunto y planos de detalle de aquellas dos que han sido excavadas.

#### 4.- Esquema de procesos

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



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

### **5.1.- Observación GNSS de la red topográfica**

La primera fase del proyecto consistió en el posicionamiento geográfico de las eras en un sistema global de coordenadas. Para ello se implantó una red de estaciones permanentes en el entorno que circunda las eras, materializándolas mediante clavos de acero inoxidable rodeados por una arandela metálica, que se insertaron en elementos constructivos de hormigón o en el asfalto de la carretera. Las reseñas de estas bases se encuentran en el Anexo II.

Cada uno de estos puntos se observó mediante un receptor GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), en modo estático en periodos no inferiores a 15 minutos. El instrumento utilizado fue un receptor Topcon HiperPro, cuyas características técnicas se adjuntan en el Anexo I.



Fig. 3.- Receptor GNSS en Base nº 1

Tras la observación en campo los datos obtenidos por este método de observación fueron procesados, junto con los datos correspondientes a las estaciones Ventrosa y San Román, pertenecientes a la Red de Estaciones permanentes GNSS del Gobierno de La Rioja, cuyos ficheros de intercambio para proceder al cálculo y compensación de las observaciones, pueden descargarse desde la página web <http://www.iderioja.larioja.org>.

Mediante estos cálculos se obtuvieron las coordenadas UTM del huso 30, de los puntos en el sistema de referencia ETRS89 y altitud elipsódica (sobre el elipsoide de referencia), con la desviación estándar para cada una de las coordenadas que se presentan en la figura siguiente.

Nombre	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Desv Est X (m)	Desv Est Y (m)	Desv Est h (m)	Nota
SROM	544788,558	4675898,398	1150,473	0,003	0,003	0,008	IDERIOJA San Román
VTRO	512665,125	4669182,443	1626,181	0	0	0	IDERIOJA Ventrosa
EG_01	526920,868	4661999,04	1092,391	0,006	0,006	0,011	
EG_02	526893,545	4662010,65	1091,509	0,008	0,006	0,015	
EG_03	526867,913	4662025,335	1091,099	0,008	0,007	0,018	
EG_04	526844,343	4661989,48	1091,979	0,005	0,006	0,015	
EG_05	526819,772	4661952,026	1092,885	0,005	0,007	0,016	
EG_06	526795,021	4661916,014	1093,719	0,008	0,012	0,027	
EG_09	526881,964	4661922,994	1096,386	0,004	0,006	0,012	

Fig. 4.- Coordenadas Receptor GNSS

Para su transformación en cota ortométrica, se ha utilizado el modelo de geoides EGM2008 REDNAP del IGN, aplicado por medio del programa PAG, que puede obtenerse en la página <http://www.ign.es>

El resultado de todo este proceso es el conjunto de coordenadas de siete puntos, que circundan las eras en coordenadas UTM, huso 30, ETRS89 y altitud ortométrica (sobre el nivel del mar).

```

DATOS DE ENTRADA: Coordenadas UTM en el Sistema de Referencia ETRS89
=====
PUNTO  XUTM_ETRS89      YUTM_ETRS89      HUSO  Alt.Ortométrica
SROM   544788.558       4675898.398      30    1097.932
VTRO   512665.125       4669182.443      30    1572.282
EG_09  526881.964       4661922.994      30    1042.633
EG_01  526920.868       4661999.040      30    1038.643
EG_02  526893.545       4662010.650      30    1037.760
EG_03  526867.913       4662025.335      30    1037.350
EG_05  526819.772       4661952.026      30    1039.131
EG_06  526795.021       4661916.014      30    1039.963
EG_04  526844.343       4661989.480      30    1038.228
    
```

Fig. 5.- Coordenadas de las Estaciones permanentes y de las Bases en UTM-30 Sistema ETRS89 y altitud ortométrica



## 5.2.- Señalización y observación del apoyo fotogramétrico

Para que las imágenes fotográficas, puedan ser orientadas en el sistema de coordenadas global, es necesario fotografiar puntos de coordenadas conocidas que posteriormente se irán identificando durante el proceso fotogramétrico.

Para ello se preparó un conjunto de dianas de 6 X 6 cm de lado, en papel plastificado, lastradas con piedras o arandelas metálicas para que no fueran desplazadas por el viento. Este conjunto de señales se repartió por todo el espacio a registrar, de manera que forman un matriz que abarca toda el área de trabajo.



Fig. 6.- Preparación de las dianas para el apoyo fotogramétrico.

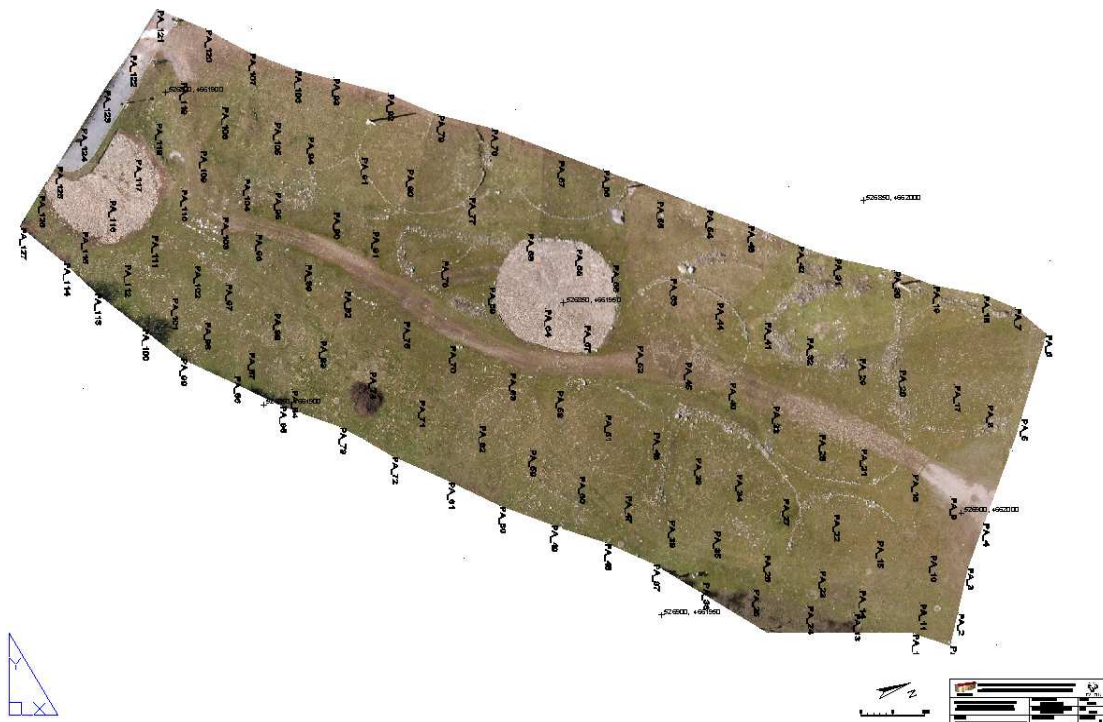


Fig. 7.- Ubicación de los puntos de apoyo en las eras.

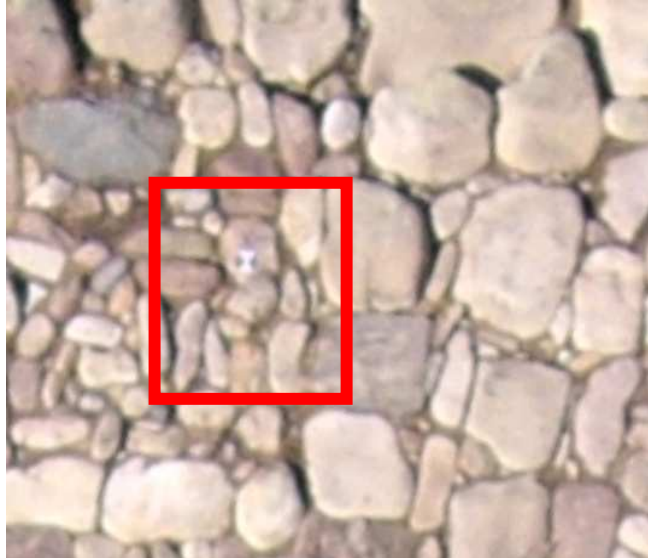


Fig. 8.- Aspecto de las dianas en una de las imágenes fotográficas aéreas.

Se obtuvieron 127 puntos de apoyo, que fueron observados junto con los de la red topográfica por métodos topográficos con una estación total Leica TCR-1205 cuyas características se presentan en el Anexo I, en un sistema local relativo de coordenadas y posteriormente transformados al sistema global una vez conocidas las coordenadas de las bases tras el cálculo GNSS.



Fig. 9.- Disposición de la estación total en el centro de las eras, para la observación de las redes de apoyo y topográfica.

Las medidas obtenidas con la estación total también permiten generar el modelo de la superficie del terreno que posteriormente se utilizará para la proyección de la textura fotográfica.



### 5.3.- Transformación de coordenadas de los puntos de apoyo al sistema UTM-30 ETRS 89, con cota ortométrica

Las coordenadas en el sistema relativo se han transformado, mediante una transformación tridimensional de semejanza con tres giros (Omega, Phi y Kappa en los ejes X, Y, Z respectivamente) y tres traslaciones a lo largo de los ejes. Como puntos de comunes para la determinación de los parámetros de la transformación se han utilizado los de los puntos de la red, que como se ha indicado tienen una doble observación GNSS y topográfica.

Con estos parámetros de transformación se han obtenido las coordenadas transformadas de los 127 puntos de apoyo y también de los siete puntos de la red, de manera que con estos se ha podido calcular error medio cuadrático de la transformación, obteniendo un valor de 0,045 m, comprobando que ninguno de los puntos utilizados para la transformación, excede de 2,5 veces esta magnitud, se procede a validar el proceso, obteniendo las coordenadas definitivas de los 127 puntos de apoyo, que pueden ser consultadas en el Anexo II.

### 5.4.- Obtención de las imágenes fotográficas

Las tomas fotográficas aéreas fueron realizadas por la empresa “INGECOR Geomática, S.L.”, por medio de un equipo modelo *U.A.V. microdrones md4-200*, del que va suspendida una cámara fotográfica calibrada, cuyo certificado de calibración se presenta en el Anexo I.



Fig. 10.- Helicóptero *U.A.V. microdrones* sobrevolando una la zona de las eras.

### 5.5.- Clasificación, archivo y documentación de las imágenes fotográficas

Una vez sobrevolado el espacio de las eras y descargadas las imágenes, se disponía de un conjunto de archivos en formato JPEG (Joint Photographic Experts Group). Éste es el formato obtenido originalmente por la cámara debido a su reducido tamaño lo que permite la captura y almacenamiento rápido de imágenes lo que es muy adecuado para las condiciones de toma del helicóptero de radiocontrol. Sin embargo, el formato .jpeg realiza una compresión de la imagen con pérdida de calidad por lo que debe tenerse cuidado cuando se utilice como máster para el almacenamiento y archivo de la información ya que se corre el riesgo de ir degradando la calidad de la imagen con las sucesivas copias que se vayan generando.

Se decide convertir las imágenes al formato DNG (Digital NeGative) que es una variante del formato TIFF (Tagged Image File Format) desarrollado y mantenido por Adobe®, a pesar de ser un formato propietario, sus especificaciones están publicadas y son accesibles de forma libre (se incluyen en la información digital).

La conversión se aprovecha para incluir metadatos descriptivos que incluyan la información sobre el proyecto: lugar, fotógrafo, elemento fotografiado, derechos asociados a la imagen, etc. Esta información adicional se incrusta dentro de los ficheros DNG y JPEG según el estándar del IPTC (International Press and Telecommunication Council) que describe un conjunto de campos con la información a incorporar. La información digital que acompaña este proyecto incluye un documento con la descripción de los campos IPTC.



Fig. 11.- Captura de pantalla del programa utilizado para incorporar los metadatos descriptivos a las imágenes y convertirlas al formato DNG.

Además de los metadatos descriptivos, hay que recordar que las imágenes cuentan con gran cantidad de metadatos de carácter más técnico y que han sido capturados en la propia toma como son las características de la cámara (marca, modelo, distancia focal,...) o los parámetros de la toma (apertura, tiempo de exposición, fecha y hora,...). Esta información también aparece incrustada dentro de los ficheros de imagen siguiendo una serie de campos cuya descripción se engloba en un estándar denominado Exif (Exchangeable Image File format) y que también se incluye entre la información adicional del CD que acompaña este proyecto.

Con el fin de asegurar aún más la compatibilidad con el mayor número de sistemas, además de los dos formatos mencionados (JPEG y DNG), se hace una nueva copia de los ficheros en un tercer formato, en este caso PNG (Portable Network Graphics) que es un formato comprimido pero sin pérdida de calidad (al contrario del JPEG) y es un estándar mantenido por el W3C (World Wide Web Consortium) con una amplia distribución y especialmente recomendado para Internet. Las especificaciones de este formato también se incluyen en la información digital. El inconveniente de este formato es que no permite la inclusión de metadatos.

En definitiva, las fotografías se presentan en tres formatos diferentes cuya utilidad es diferente:

- DNG: Contienen toda la información de los ficheros además de los metadatos (de la toma y descriptivos), son ficheros voluminosos porque no están comprimidos pero, por el mismo motivo, no están sujetos a pérdidas de calidad. Son los ficheros apropiados para la conservación de la información a lo largo del tiempo, es decir, los másteres.
- JPEG: Al ser ficheros de reducido tamaño y que contienen los metadatos son apropiados para el trabajo efectivo con las imágenes. Pero al realizar una compresión con pérdidas no se pueden utilizar como ficheros de referencia.
- PNG: Se trata de un formato muy adecuado para su difusión por internet y muy estable en cuanto a su permanencia temporal y posibilidades de utilización con gran cantidad de programas. No obstante, al carecer de metadatos no es apropiado para la gestión de la información en bases de datos.

Respecto a la identificación de los ficheros, el nombre de los ficheros está formado por el texto "LDGP\_VIL10\_fmet03\_" seguido de un número correlativo y la extensión correspondiente al formato utilizado. El texto indica que se trata de imágenes del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio, que se corresponden al proyecto identificado como "VIL10" (la documentación de las eras de Villoslada de Cameros) y que se han obtenido con la cámara calibrada "fmet03" cuyo certificado de calibración se presenta en el Anexo II.

El certificado de calibración describe las características geométricas de la cámara utilizada. Estas características son la distancia focal, el tamaño del formato, la posición del punto principal y la función de distorsión de la óptica. Para obtener valores métricos de precisión a partir de estas imágenes es necesario tener en cuenta todos estos parámetros en el modelo matemático. Sin embargo, hay varios programas informáticos que permiten el uso de imágenes fotográficas pero que sólo incorporan modelos más sencillos en los que las tomas se consideran perspectivas perfectas (es decir, sin el descentramiento del punto principal, el factor de aspecto de los píxeles o el desplazamiento de los haces debido a la distorsión del objetivo). Con el fin de poder utilizar las imágenes con este tipo de programas es necesario procesarlas para convertirlas en perspectiva puras, a este proceso se le suele denominar "idealización".

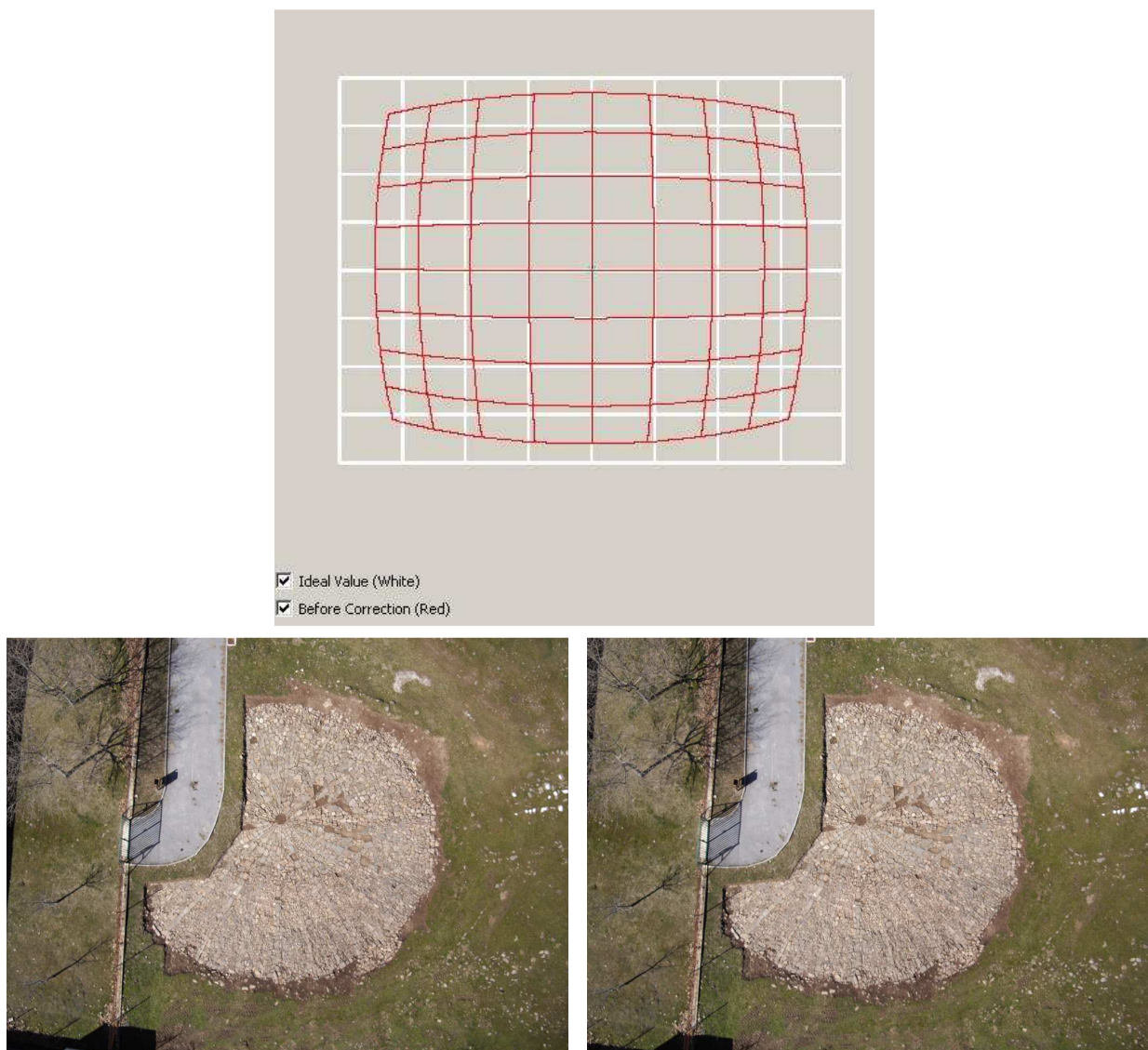


Fig. 12.- En la parte superior se presenta un gráfico con la distorsión del objetivo que marca en rojo la fotografía original y en blanco la resultante después de eliminar la distorsión. En la parte inferior, se presenta un ejemplo de imagen obtenida de la cámara y a la derecha una vez corregida (la diferencia se aprecia sobre todo en los bordes)



Aunque las imágenes idealizadas tienen ventajas en lo que respecta a su utilización con algunos programas, hay que tener en cuenta que se trata de imágenes tratadas por lo que, en el proceso se han podido perder parte de los datos originales, como en efecto ocurre y se puede comprobar si se observan los metadatos disponibles y se comparan con los de las imágenes originales.

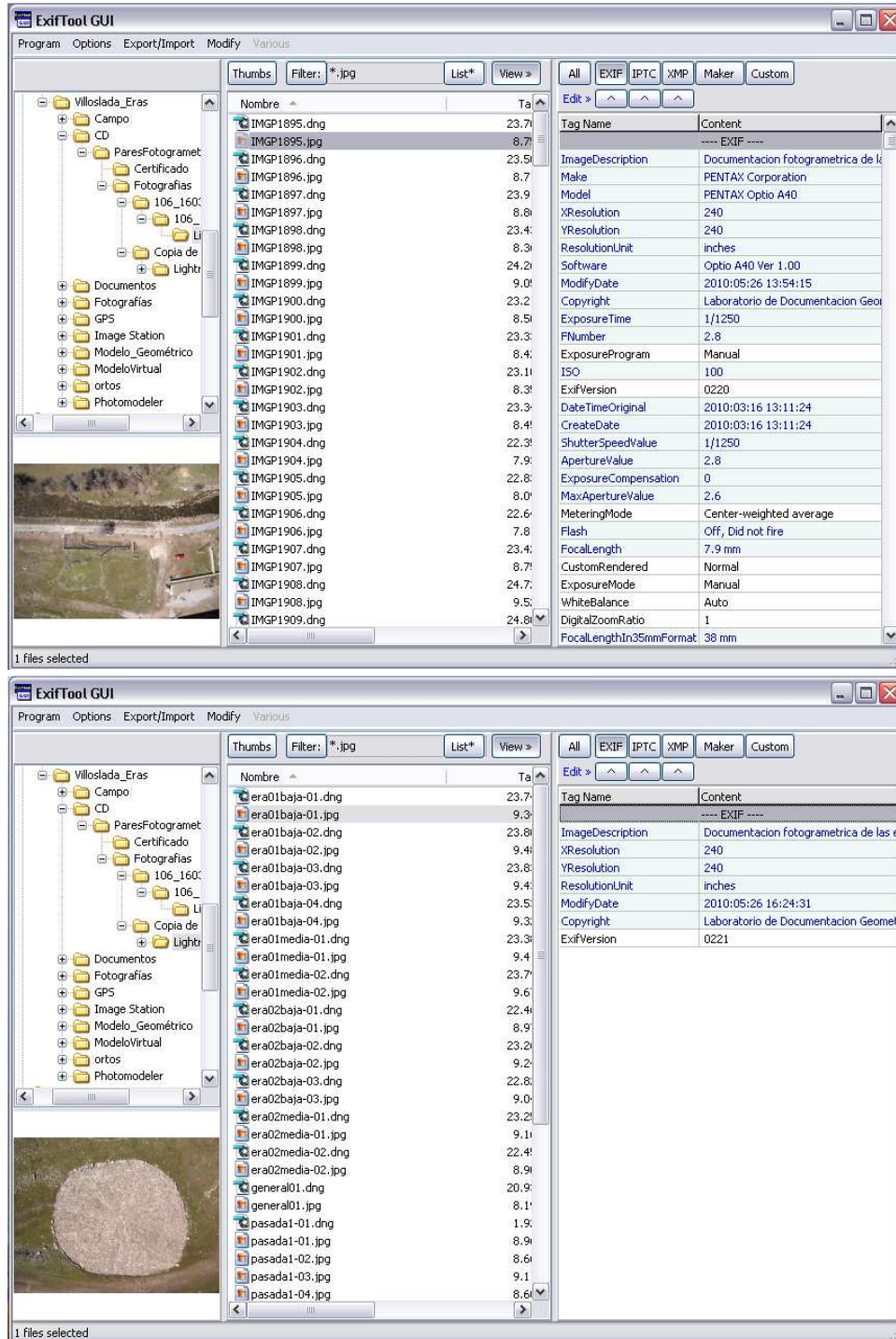


Fig. 13.- La imagen superior corresponde a una fotografía original, se puede apreciar en la parte derecha la cantidad de metadatos disponible (condiciones de toma, flash, tipo de cámara, ...), por el contrario, la imagen inferior corresponde a una fotografía idealizada de la que apenas se dispone de información técnica (la descriptiva: autor, lugar, fecha,... sí que se conserva).

Respecto a la denominación de las imágenes idealizadas, podemos ver en la siguiente imagen que se sigue un criterio similar al ya comentado para las imágenes originales, en este caso, en lugar del indicador “fmet03” se incluye el “fide03” (el Anexo II incluye los valores a introducir para reconstruir la geometría correspondiente a estas imágenes). En este caso, no se han convertido todas las imágenes sino sólo una selección de las representativas (eliminando las duplicadas) y se ha incorporado un texto explicativo del contenido de la imagen.

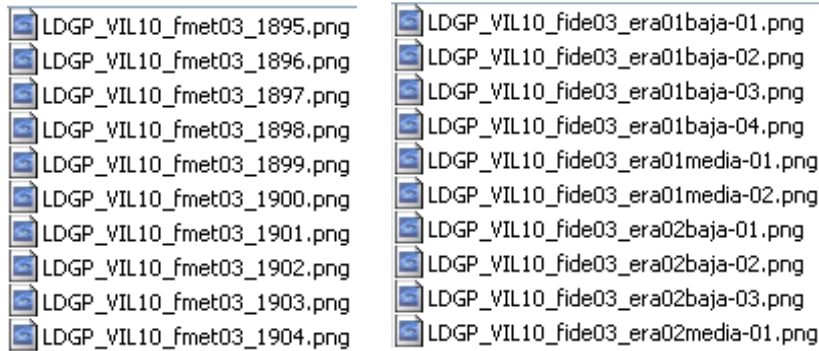


Fig. 14.- Ejemplo de nombres de ficheros de fotografías originales e idealizadas.

### 5.6.- Orientación de las imágenes y generación de las ortoproyecciones

Del conjunto de las imágenes se han seleccionado aquellas que presentan un mejor definición, seguidamente se les aplica la transformación correspondiente para proceder a eliminar la distorsión según se ha comentado en el apartado anterior.

Con las imágenes corregidas se procedió a la orientación externa de las mismas, mediante la identificación de los puntos de apoyo, de esta manera se obtiene la posición del punto de vista y los giros de la cámara para cada fotografía.

Al disponer de las imágenes orientadas en un sistema de restitución digital se pueden completar el modelo de la superficie del terreno que se obtuvo en campo con la estación total mediante restitución de perímetros y añadiendo puntos de cota. Con estos datos y los del apoyo, es posible generar el modelo geométrico de las eras.

Sobre este modelo de la superficie se proyecta la textura fotográfica con diferentes niveles de detalle: resolución de 1 cm para las dos eras excavadas, resolución de 2,5 cm para el conjunto del modelo y una versión con una resolución de 25 cm para una imagen general de localización. Estos modelos con textura se exportan como ortoimágenes.

La siguiente figura ilustra el proceso de proyección de la textura fotográfica. En la imagen superior se presenta un detalle del modelo CAD de superficie de la era sur (se trata de una vista en perspectiva). En la parte inferior se presenta un programa que permite proyectar la textura fotográfica sobre el modelo para lo cual es necesario que se conozca la orientación de la imagen. Se puede apreciar el ajuste de la parte interior (malla azul en el dibujo superior) que aparece marcado con puntos rojos sobre la fotografía.

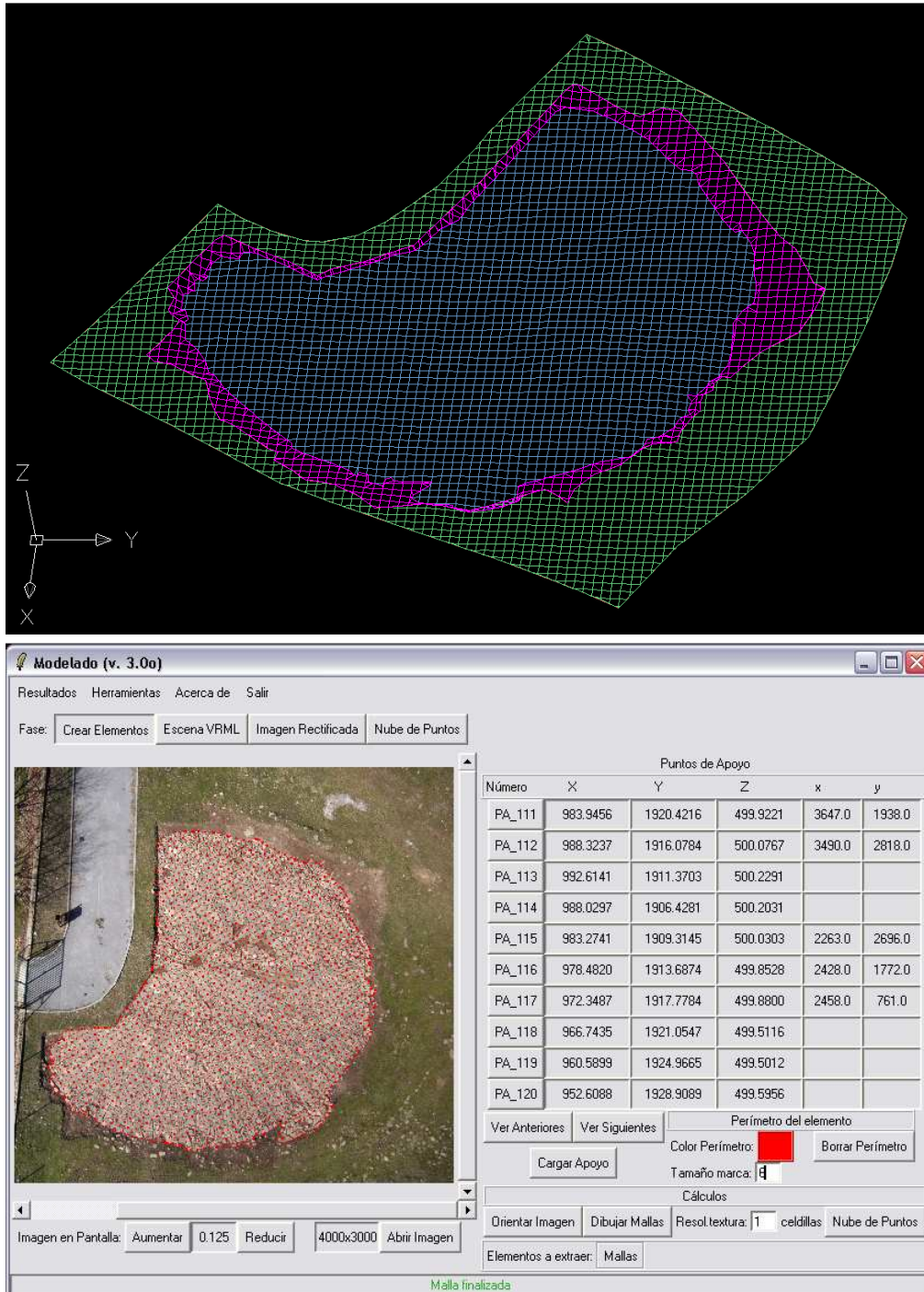


Fig. 15.- Ejemplo de proyección de la textura fotográfica sobre el modelo del terreno generado del campo de eras.



### 5.7.- Edición cartográfica

A pesar de que el objetivo inicial contemplaba la obtención de cartografía a escala 1:500, la precisión obtenida en las ortoimágenes ha posibilitado la confección de cartografía a mayor escala, en concreto a escala 1:200 para el plano general y 1:50 para las dos eras excavadas.

Las ortoimágenes generadas se sitúan sobre la cartografía oficial del Gobierno de La Rioja.



Fig. 16.- Ortoimágenes incorporadas a la cartografía oficial del Gobierno de La Rioja.

El conjunto de capas de la cartografía oficial se han agrupado en una sola con el fin de poderla gestionar de forma más cómoda (al fin y al cabo, esta información sólo se presenta como encuadre de la información presentada que son las ortoimágenes).

A partir de este modelo se maquetan los planos a las escalas indicadas.

## **6.- Resultados**

### **6.1.- Pares fotogramétricos**

Como ya se ha comentado, la información original a partir de la cual se han obtenido las ortoimágenes corresponde a las fotografías métricas que junto al apoyo topográfico que puede consultarse en el modelo CAD y el certificado de calibración que se presenta al final de esta memoria, permiten conocer el estado de las eras en el momento de la toma fotográfica así como la obtención de nuevos productos como podrían ser la restitución fotogramétrica de la zona o la generación de nuevas ortoimágenes.

Además se presenta una selección de fotografías idealizadas para su posible uso con otros programas informáticos.

Todas las imágenes se presentan en tres formatos diferentes: DNG, JPEG y PNG para facilitar sus distintos usos con múltiples programas informáticos y facilitar su preservación a lo largo del tiempo.

Por otro lado, las imágenes cuentan con metadatos que permiten su gestión mediante bases de datos.

### **6.2.- Modelo geométrico**

El modelo geométrico contiene las ortoimágenes generadas encuadradas en la cartografía oficial del Gobierno de La Rioja. De forma más detallada, las capas en las que se organiza la información del fichero CAD que se entrega son las siguientes:

```
00_cajetin  
00_ventanas_graficas  
01_Apoyo  
01_Bases  
02_Iderioja_vectorial  
05_orto_eraCentral_1cm  
05_orto_eraSur_1cm  
05_orto_general_2.5cm  
05_orto_general_25cm
```

Fig. 17.- Capas del fichero CAD.

Respecto a la denominación de las capas, el primer código numérico indica el tipo de información que contiene; así “00\_” indica capas auxiliares para el maquetado cartográfico, “01\_” corresponde a elementos puntuales y textos, “02\_” a elementos lineales y “05\_” a ortoimágenes. El texto posterior identifica el contenido de la capa.

Los ficheros CAD también incluyen metadatos sobre su contenido según se presenta en la siguiente imagen:

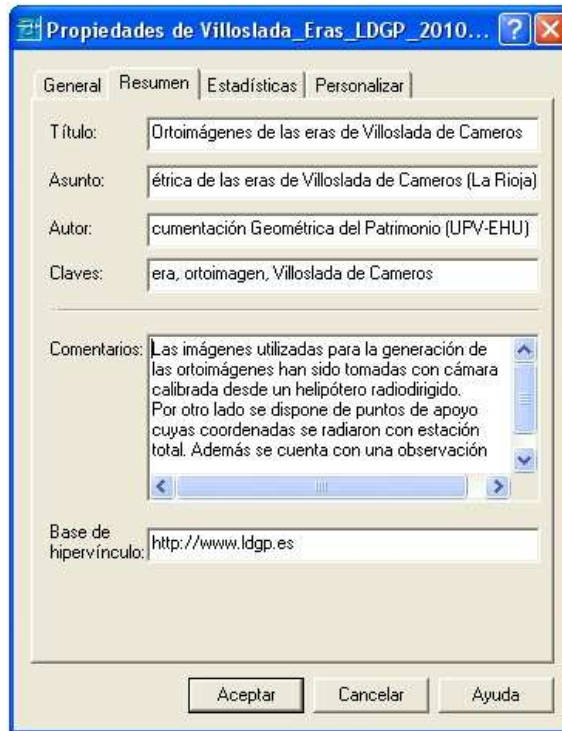


Fig. 18.- Metadatos del fichero CAD.

Por último, indicar que el modelo se presenta en dos formatos diferentes para facilitar su uso a lo largo del tiempo. En concreto .dwg de AutoCAD (v.2000) y el formato de intercambio .dxf (también de AutoCAD v. 2000).



### 6.3.- Colección de planos

Los planos corresponden a vistas seleccionadas de la información disponible en el modelo geométrico a una escala determinada. Se incluyen cuatro plantas que van desde un emplazamiento a escala 1:500, una vista general del conjunto de las eras a escala 1:200 y dos planos de detalle de las eras excavadas a escala 1:50.

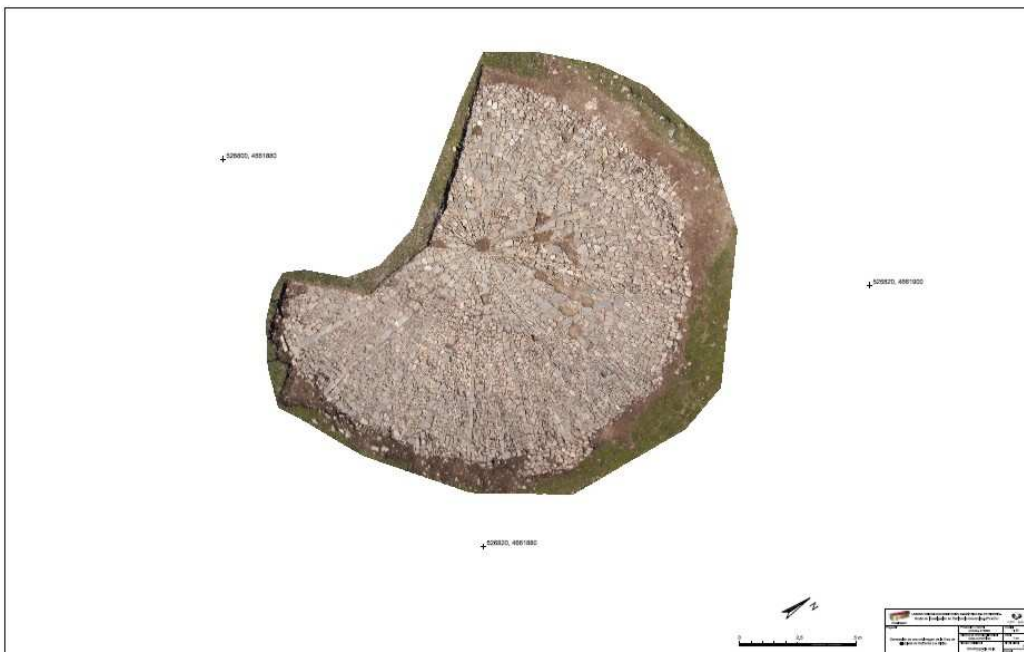
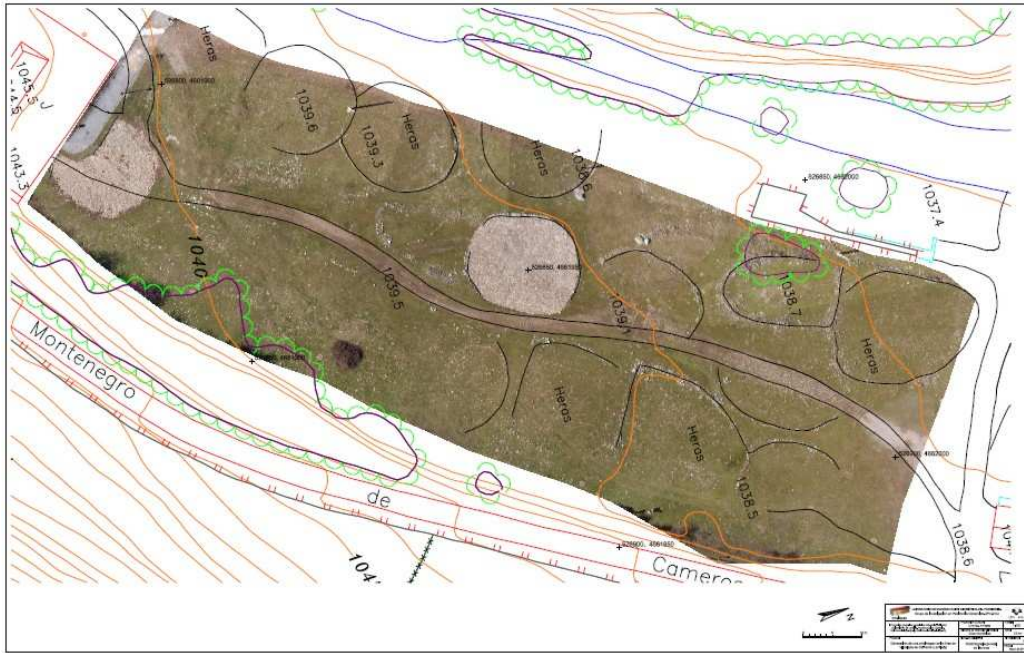


Fig. 19.- Muestra de los planos generales a escala 1:200 (arriba) y de detalle de la era Sur a escala 1:50 (abajo).

## **ANEXOS**

## Anexo I: Instrumental empleado

Las características técnicas del receptor GPS utilizado se recogen en la siguiente tabla:

<b>HIPER PRO</b>	
<b>DESCRIPTION</b>	40 channel integrated GPS+ receiver/antenna with MINTER interface
<b>TRACKING SPECIFICATIONS</b>	
Tracking channels, standard	40 L1 GPS (20GPS L1+L2 on Cinderella days) *
Tracking channels, optional	20 GPS L1+L2 (GD), GPS L1 + GLONASS (GG) 20 GPS L1+L2+GLONASS (GGD)
Signals Tracked	GPS L1/L2, C/A and P Code & Carrier and GLONASS L1/L2 and L2C
<b>PERFORMANCE SPECIFICATIONS</b>	
Static, Rapid Static	H: 3 mm + 0.5 ppm V: 5 mm + 0.5 ppm
RTK	H: 10 mm + 1.0 ppm V: 15 mm + 1.0 ppm
Cold Start	<60 seconds
Warm Start	<10 seconds
Reacquisition	<1 second
<b>POWER SPECIFICATIONS</b>	
Battery	Internal Lithium-Ion batteries for up to 14+ hours of operation (10 hours Tx)
External power input	6 to 28 volts DC
Power consumption	Less than 4.2 watts
<b>GPS+ ANTENNA SPECIFICATIONS</b>	
GPS / GLONASS Antenna	Integrated
Ground Plane	Integrated flat ground plane
<b>RADIO SPECIFICATIONS</b>	
Radio Type	Internal Tx/Rx (selectable frequency range)
Power Output	1.0 Watt / 0.25 Watt (selectable)
Radio Antenna	Center-mount UHF Antenna
<b>WIRELESS COMMUNICATION</b>	
Communication	Bluetooth® version 1.1 comp. **†
<b>I/O</b>	
Communication Ports	2x serial (RS232)
Other I/O Signals	1pps, Event Marker
Status Indicator	4x3-color LEDs (Green, Red, Yellow), two-function keys (MINTER)
Control & Display Unit	External Field Controller
<b>MEMORY &amp; RECORDING</b>	
Internal Memory	Up to 1 GB
Update Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
Data Type	Code and Carrier from L1 and L2, GPS and GLONASS and L2C GLONASS
<b>DATA OUTPUT</b>	
Real time data outputs	RTCM SC104 version 2.1, 2.2, 2.3, CMR, CMR+
ASCII Output	NMEA 0183 version 3.0
Other Outputs	TPS format
Output Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
<b>ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS</b>	
Enclosure	Aluminum extrusion, waterproof
Operating	Temperature -30°C to 55°C
Dimensions	W:159 x H:172 x D:88 mm
Weight	1.65 kg

Specifications are subject to change without notice. Performance specifications assume a minimum of 6 GPS or 7 GPS/GLONASS satellites above 15 degrees in elevation and adherence to procedures recommended by TPS in the appropriate manuals. In areas of high multipath, during periods of high PDOP and during periods of high ionospheric activity performance may be degraded. Robust checking procedures are highly recommended in areas of extreme multipath or under dense foliage.

\* Cinderella feature activates full receiver reception at GPS midnight every other Tuesday for 24 hours.

\*\* Bluetooth® type approvals are country specific. Please contact your Topcon representative for more information.

† The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Topcon Positioning Systems, Inc. is under license. Other trademarks and trade names are those of their respective owners.

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

## Certificado de Verificación y Control

Nº de Certificado 300647080  
Fecha 19.02.2010

Leica Geosystems, s.l.  
Autov.Fuencarral-Alcobendas  
Km 15'700, nº 24  
Edif. Europa 1, Portal 3, 1º  
28108 ALCOBENDAS (Madrid)  
Teléfono (+34) 91 744 0740  
Fax (+34) 91 744 0741  
www.leica-geosystems.com

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO  
E.U.I.T. Ind. e Ing.Tec.Topog.  
NIEVES CANO, 12

01006 VITORIA

Número de cliente 50198  
Instrumento TCR1205 R300, taquímetro + EDM sin ref.  
Nº de Serie 213379  
Técnico 120003

### Proceso de Verificación y Control:

El instrumento ha sido verificado y controlado conforme a los procedimientos establecidos por Leica Geosystems, S.L. según el manual del instrumento en cuestión.

### Resultados:

Temperatura durante la verificación (°C): 24

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0008
Desviación Vt (Gon)	0.0020	0.0015	0.0015	0.0009
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	2	2mm + 2ppm	2	1.5
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	3	3mm + 2ppm	3	2

### Patrones empleados:

#### Angulos:

Colimador de ejes: Wild n°24ncertidumbre asociado con el patrón: 0.0005 gon)

#### Distancia:

La base de distancias ha sido calibrada por el Centro Español de Metrología con un taquímetro electrónico de 0,01 mm de resolución, con trazabilidad a patrones nacionales

### Comentarios:

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a patrones nacionales o a patrones extranjeros

No se permite la reproducción parcial de este certificado sin la aprobación por Leica Geosystems, s.l. Este documento no tiene carácter de calibración.

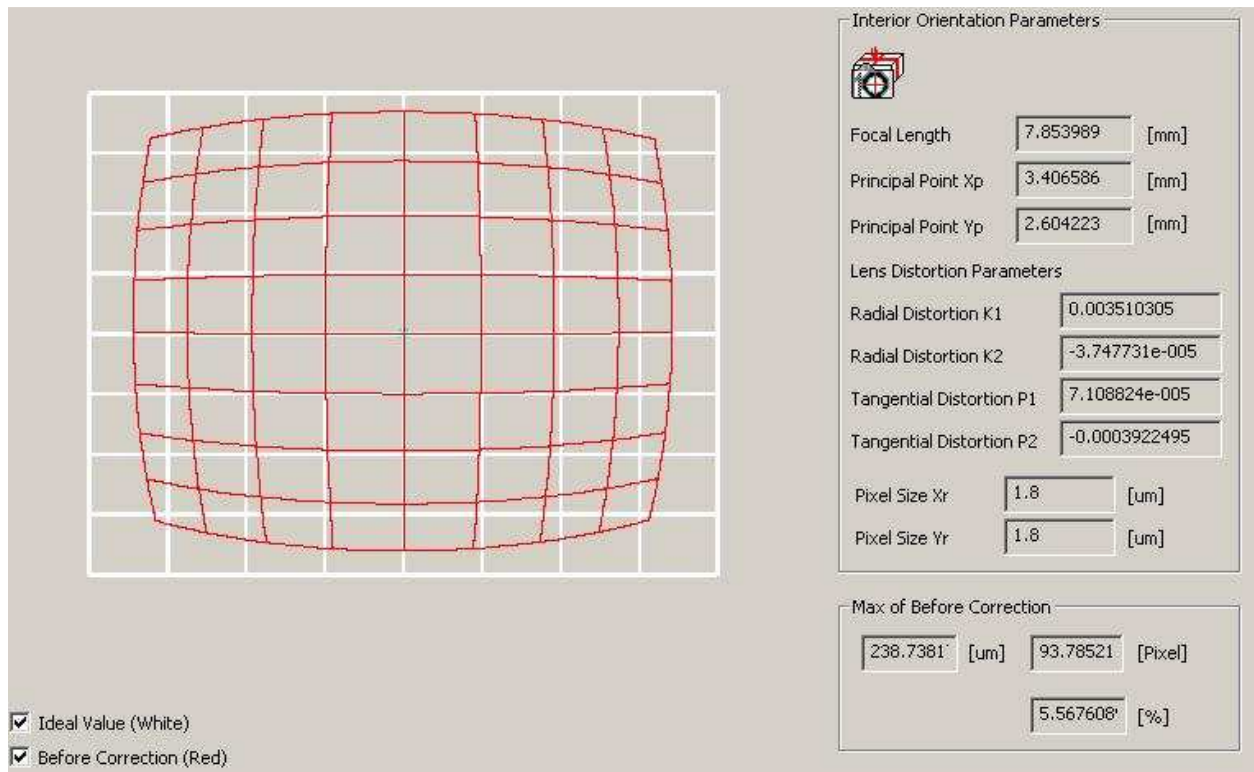


**Leica**



La cámara fotográfica utilizada tiene una resolución de 4.000 x 3.000 celdillas y se ha codificado como "fmet03", sus características geométricas, proporcionadas por la empresa que realizó la toma, son las siguientes:

- Nombre: Pentax Optio A40.
- Focal: 7,853989 mm.
- Formato: 7,2 x 5,4 mm ; 4.000 x 3.000 celdillas. (tamaño celdilla 1,8 micras)
- Punto principal: 3,406586 mm ; 2,604223 mm.
- Distorsión radial:  $k_1$ : 0,003510305 ;  $k_2$ :  $-3,747731 \cdot 10^{-5}$ .
- Distorsión tangencial:  $p_1$ :  $-7,108824 \cdot 10^{-5}$  ;  $k_2$ : -0,0003922495.



Interior Orientation Parameters:

Focal Length: 7.853989 [mm]  
Principal Point Xp: 3.406586 [mm]  
Principal Point Yp: 2.604223 [mm]

Lens Distortion Parameters

Radial Distortion K1: 0.003510305  
Radial Distortion K2: -3.747731e-005  
Tangential Distortion P1: 7.108824e-005  
Tangential Distortion P2: -0.0003922495

Pixel Size Xr: 1.8 [um]  
Pixel Size Yr: 1.8 [um]

Max of Before Correction

236.7381 [um] 93.78521 [Pixel]  
5.567608 [%]

Ideal Value (White)  
 Before Correction (Red)

En la información digital que acompaña este proyecto se incluye el fichero .cmr en formato AscII que corresponde al software Topcon Image Master Pro.

El certificado se obtuvo en noviembre de 2009 por lo que se considera suficientemente actualizado y fiel reflejo de la geometría de la cámara.

Según la información del manual de usuario, el punto principal se mide desde la esquina superior izquierda, con las coordenadas X crecientes hacia la derecha y las coordenadas Y hacia abajo.

Las fórmulas para la corrección de la distorsión no se indican específicamente en el manual, pero seguramente corresponderán a las habituales en fotogrametría:

$$\begin{aligned}d_{Xr} &= X_d(k_1r_d^2 + k_2r_d^4) \\d_{Yr} &= Y_d(k_1r_d^2 + k_2r_d^4) \\d_{Xt} &= 2p_1X_dY_d + p_2(2X_d^2 + r_d^2) \\d_{Yt} &= p_1(r_d^2 + 2Y_d^2) + 2p_2X_dY_d \\r_d &= \sqrt{(X_d^2 + Y_d^2)}\end{aligned}$$

Las coordenadas corregidas se obtienen de sumar los valores de los diferenciales de la tabla es decir:


$$\begin{cases} X_{\text{corregida}} = X + d_{Xr} + d_{Xt} \\ Y_{\text{corregida}} = Y + d_{Yr} + d_{Yt} \end{cases}$$

Teniendo en cuenta que los valores se deben medir respecto al punto principal.

Por otro lado, se presentan también fotografías “idealizadas”, es decir, que se han convertido en perspectivas puras, lo que significa que se han remuestreado de tal forma que el punto principal coincide exactamente con el centro de la imagen y se ha eliminado la distorsión. Estas fotografías incluyen en el nombre el texto “fide03”. Los valores geométricos correspondientes son:

- Nombre: *perspectiva ideal*.
- Focal: 7,853989 mm.
- Formato: 7,2 x 5,4 mm ; 4.000 x 3.000 celdillas. (tamaño celdilla 1,8 micras)
- Punto principal: 3,6 mm ; 2,7 mm.
- Distorsión radial:  $k_1$ : 0 ;  $k_2$ : 0.
- Distorsión tangencial:  $p_1$ : 0 ;  $p_2$ : 0.

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


	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_01	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526920,868	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4661999,04	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1092,391	

**Reseña literal:** Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en la arqueta que se encuentra en el acceso a las eras, en la parte posterior del Centro de Interpretación. Es la más próxima a la carretera. A unos 10 cm de la bisagra de la tapa






	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_02	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526893,545	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4662010,65	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1091,509	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en la arqueta que se encuentra frente al aparcamiento del Centro de Interpretación. Se encuentra al lado izquierdo de la bisagra de la tapa.




	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_03	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526867,913	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4662025,335	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1091,099	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en el registro de la farola que en paseo del río se encuentra frente a la entrada desde la carretera. En la esquina alejada de la farola y del bordillo, junto al marco de la tapa.






	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_04	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526844,343	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4661989,48	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1091,979	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en el registro de la farola que en paseo del río se encuentra frente a la parte más ancha del cercado para animales. En la esquina alejada de la farola y junto al bordillo, entre este y el mortero de cemento que sujeta la tapa.






	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_05	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526819,772	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4661952,026	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1092,885	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en el registro de la cuarta farola, en la alineación desde las piscinas en el paseo del río. En el mortero de unión entre dos bordillos, al lado de la tapa.





	<h2>Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	EG_06	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526795,021	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4661916,014	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1093,719	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en el registro de la primera, en la alineación desde las piscinas en el paseo del río. En una grieta, junto a la tapa, en la posición opuesta a la farola.





## Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)

ESTACIÓN:	EG_09	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,9996
FECHA:	16 de marzo de 2010	X = 526881,964	
MUNICIPIO:	Villoslada de Cameros	Y = 4661922,994	
PROVINCIA:	La Rioja	Z (Ortométrica) = 1096,386	

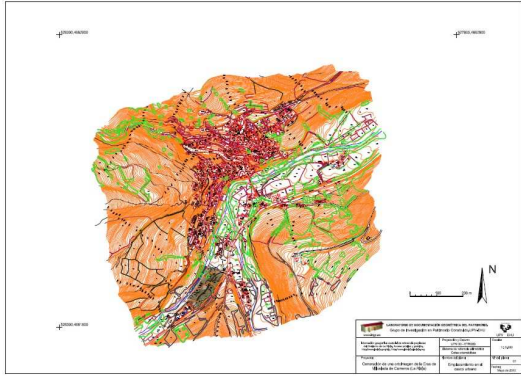
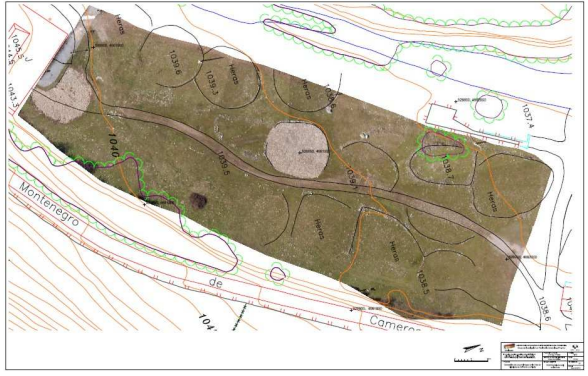
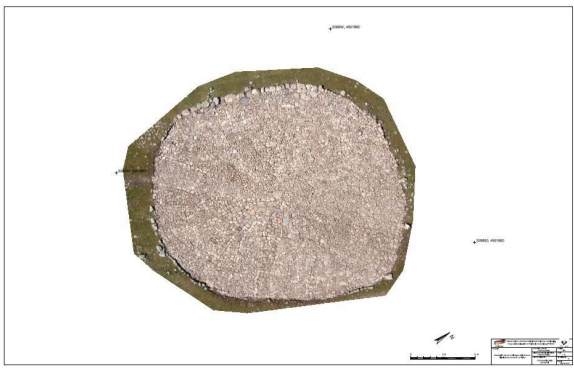
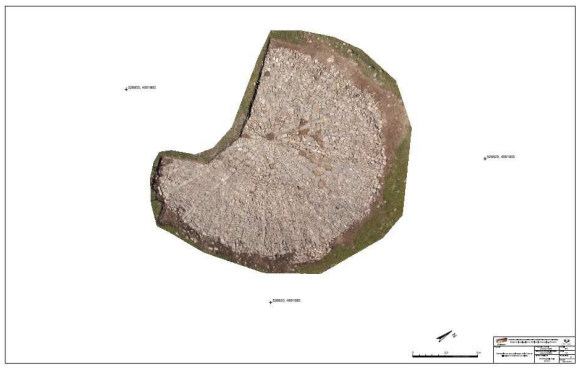
Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza y arandela, implantado en la capa de rodadura de la carretera, frente a uno de los pies de soporte de la valla quita miedos. Frente a la era excavada en el centro del conjunto de las eras.



## **PLANOS**



**Índice de planos**

	
<p>1.- Plano de situación (1:5.000)</p>	<p>2.- Ortoimagen general del conjunto (1:200)</p>
	
<p>3.- Ortoimagen de la era central (1:50)</p>	<p>4.- Ortoimagen de la era sur (1:50)</p>



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura (UPV-EHU)

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios  
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

