



**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.eus](mailto:ldgp@ehu.eus) 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**

# 44-1



<b>Información general / General information</b>		
ELEMENTO:	RA_Logroño-Laguardia_Mantible	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)	:TITLE
FECHA:	septiembre 2017 / <b>September 2017</b>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_044-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <b>Spanish</b>	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Se trata de un puente de posible origen romano (s.II) aunque algunos autores prefieren situar su origen en época medieval. Originalmente debió contar con un total de 7 arcos y algo más de 160 metros de longitud. Actualmente, sin embargo, sólo subsisten dos arcos: el primero y el tercero empezando por la derecha aguas arriba. El arco 1 tiene una luz de unos 10 metros y el arco 3 de unos 20 metros. El estado de conservación es malo (en especial el del arco 1) y la zona está descuidada, existiendo una importante colonización vegetal.
DOCUMENTACION:	La documentación se realizó mediante fotogrametría, tanto desde el terreno como tomas aéreas mediante un dron. El enlace con la red oficial se estableció mediante observaciones a satélite (GNSS). Las colecciones de fotografías convergentes se procesaron para genera nubes de puntos densas y modelos de mallas de los arcos, lo cuales se utilizaron como base para la obtención de ortoimágenes y el dibujo del despiece de sillares. Asimismo, se presenta un conjunto de planos de planta, secciones y alzados.
TECNICAS:	topografía, fotogrametría, GNSS
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo tridimensional alámbrico de elementos lineales (despiece).</li> <li>• Modelo de superficies con texturas fotográficas.</li> <li>• Colección de planos.</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	puente, arquitectura romana, infraestructuras romanas
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Puente, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation of the Mantible bridge, Logroño (La Rioja) and Laguardia (Álava) - Spain
GEOMETRIC DESCRIPTION:	This is a bridge considered as Roman (second century BC), although some authors prefer to place their construction during the Middle Ages. In origin it should have had 7 arches and been more than 160 meters long. Currently, however, only two of the arches remain, the ones in positions 1 and 3, starting from the right upstream. Arch number 1 has a span of around 10 metres, whereas arch 3 has a span of around 20 metres. The conservation state is bad (in particular the Arch 1) the area is neglected and highly colonized by plants.
DOCUMENTATION:	The geometric documentation was done by means of photogrammetry, taking both kind of photographs from the ground and aerial ones with a drone. The link with the official reference system was done with satellite observations (GNSS). The series of photographs were processed with software for convergent photogrammetry in order to obtain point clouds and meshed models of the arches. These models were subsequently used for generating the line drawing of the ashlar and the orthoimages. Likewise, a collection of plans, elevations and cross-section was generated.
METHODOLOGIES:	surveying, photogrammetry, GNSS
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D models (wireframe with the boundary of the ashlar).</li> <li>• 3D models (meshes with photographic texture).</li> <li>• Plans.</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	bridge, Roman architecture, Roman infrastructures
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Bridges, Surveying, Photogrammetry

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Puente de Mantible (Logroño // Laguardia)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Logroño, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7007928) Laguardia, Álava, España/Spain (Getty TGN: 7007909)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.5100,-2.5080	:COORDINATES

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

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>La información relativa al presente proyecto es fruto de la participación de diversos agentes por lo que su situación al respecto de los derechos intelectuales y de explotación puede ser compleja. Con el fin de simplificar el esquema de reutilización, se ha llevado a cabo un análisis previo de la situación de cada documento que se encuentra disponible en el repositorio y que es accesible en el recurso web indicado por el identificador permanente. De manera resumida se puede indicar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el documento se encuentra descargable desde la web del repositorio institucional se considerará que sus posibilidades de reutilización se adaptan a una licencia <i>Creative Commons</i> (CC-By).</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el documento tiene acceso restringido, deberá ponerse en contacto con el promotor del trabajo, ya que dicha organización dispone de la información que busca y de los derechos de explotación necesarios para permitir nuevos usos.</li> </ul> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The information that is available in this project was created in the framework of a work in which many agents were involved, therefore, the state of the intellectual and exploitation rights might be complex. In order to simplify the re-use, we have carried out a preliminary analysis regarding each document that is shown in the repository and accessible through the permanent identifier. Summing up, you can consider that:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- If the document can be accessed from the website of the repository, its re-use will follow a <i>Creative Commons</i> (CC-By) licence.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- If the access is restricted, you need to contact the promotor of the work, since that organization has both the information you need and the possibility to give you the rights for your expected re-use.</li> </ul>	:RIGHTS

OTROS:	<p>Además de la información recogida en el repositorio de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), se informa que los promotores de cada trabajo disponen de una copia más amplia de los registros originales y resultados (medidas, fotografías, modelos 3D).</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The University repository does not show an exhaustive record of the work. Users should contact with the promotor of the project if they want to examine the original datasets and complete results (measurements, photographs, 3D models...).</p>	:OTHERS
--------	--	---------

<b>Renuncia de responsabilidad / Disclaimer</b>		
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

**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
----------------	--	---------

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/34923	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem044-1_Logrono-Laguardia_Mantiblei.pdf</b>: este documento. Contiene la memoria y la colección de planos / <b>this document. It contains the report and the collection of plans.</b></li> <li>• <b>LDGP_MAN2017_fot_Mantible???.jpeg</b>: 4 fotografías de documentación de los trabajos realizados / <b>4 pictures for documentating the woks.</b></li> <li>• <b>LDGP_MAN2017_modelovirtual_???.zip</b>: 4 modelos virtuales correspondientes a dos versiones de cada arco (detallada y reducida) cada fichero comprimido incluye el modelo 3D en formato PLY con un fichero JPEG correspondiente a la textura fotográfica y un archivo adjunto TXT con los metadatos / <b>4 virtual models, these models are two versions (detailed and reduce ones) of both arches. The compressed files include the 3D model in PLY format, plus a JPEG file with the photographic textures and a TXT file with metadata.</b></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>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava).</i> 2017	: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><b>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>).</b></p>	:NOTE

# Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)

Vitoria-Gasteiz, septiembre de 2017



## Equipo:

Álvaro Rodríguez Miranda  
José Manuel Valle Melón



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



UPV EHU

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

Tfno: +34 945 013 264

e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

## **ÍNDICE**

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- OBJETIVOS.....	6
3.- LOCALIZACIÓN.....	7
4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....	8
4.1.- Esquema de trabajo .....	8
4.2.- Trabajos de campo .....	9
4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico .....	9
4.2.2.- Registro fotográfico .....	13
4.3.- Trabajos de gabinete.....	14
4.3.1.- Cálculo de la red topográfica .....	14
4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías .....	15
4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica.....	18
4.3.4.- Productos derivados del modelo 3D.....	22
4.3.5.- Modelo CAD y planos.....	26
4.3.6.- Inspección de patologías del arco de la margen derecha.....	29
5.- CONTENIDO DEL CD .....	34
ANEXOS .....	35
Anexo I: Instrumental empleado.....	36
Anexo II: Reseñas de la red topográfica.....	40
PLANOS.....	52



## **1.- INTRODUCCIÓN**

Los restos del puente de Mantible sobre el río Ebro se localizan en los términos municipales de Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava). En su reconstrucción ideal<sup>1</sup>, podría tratarse de una obra de origen romano (siglo II d.C.) de unos 164 metros de longitud, construido en sillería con siete arcos de medio punto de diferentes luces. De todo ello, en la actualidad, sólo se conserva el estribo de la margen derecha, el primer arco de esta margen y el tercero, además de las bases de las cepas cuarta, quinta y sexta.

En condiciones normales de caudal, el río circula entre los dos arcos existentes por lo que, tomando como referencia el propio curso del río, dichos arcos quedan respectivamente a la derecha (primero de los arcos, el que está contiguo al estribo) y la izquierda (el tercero de los arcos), siendo éstas las denominaciones que se utilizarán principalmente en esta memoria para referirse a estos restos. Cabe indicar que el límite entre la Comunidad Autónoma de La Rioja y la provincia de Álava (País Vasco) discurre por el eje del cauce por lo que se da la circunstancia de que cada uno de los arcos queda situado en un territorio distinto, con las implicaciones que ello conlleva al respecto de la coordinación de los trabajos de estudio, conservación, gestión y puesta en valor.



Fig. 1.- Arco de la margen derecha (vista aguas arriba) tomada desde la orilla opuesta.

---

<sup>1</sup> Información extraída de la obra: Arrúe, B. & Moya, J.G. (coord.), 1998. Catálogo de puentes anteriores a 1800: La Rioja. Gobierno de La Rioja, Instituto de Estudios Riojanos; Ministerio de Fomento, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).



Fig. 2.- Arco de la margen izquierda (vista aguas abajo) tomada desde la orilla opuesta.

A pesar de su atribución tradicional a la época romana, existe un debate abierto sobre su origen y su significado como vía de comunicación. Debate propiciado, en gran medida, por la inexistencia de estudios de detalle sobre la obra. A esta ausencia ha contribuido su posición marginal respecto a las vías de comunicación actuales al hecho, ya mencionado, de que los restos se encuentren repartidos entre dos administraciones.

Por otro lado, el estado de conservación de los restos es muy problemático. Partiendo de la desaparición prácticamente completa a excepción de los dos únicos arcos que permanecen en pie, la deformación del desarrollo de los mencionados arcos y la falta de dovelas muestran un aspecto muy preocupante, especialmente si se considera su exposición a los factores ambientales y a la propia corriente del río, así como el efecto de la colonización vegetal y el propio de los visitantes que se acercan al lugar<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> La situación del arco en la margen riojana es especialmente grave. Por este motivo, el día 20 de julio se presentó en los respectivos registros tanto del Ayuntamiento de Logroño como del Gobierno de La Rioja sendas cartas en las que se informaba sobre el estado y se adjuntaba una colección de fotografías indicativas de las patologías más evidentes. Volveremos a tratar este tema en la sección 4.3.6.



Fig. 3.- Aspecto del arco de la margen riojana en julio de 2017. Nótese la falta de piezas en la parte central del arco y que incluso existen huecos que permiten ver el cielo a través.

Con todo, se trata de un bien declarado como Monumento Nacional (Real Decreto 430/1983). En numerosas ocasiones, los diarios y televisiones locales (e incluso nacionales) se han hecho eco de su estado de abandono. Precisamente a partir de una noticia del diario La Rioja (29-11-2016) el personal del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU realizó una visita al lugar con el fin de analizar la posibilidad de realizar un registro del conjunto y se puso en contacto con el Instituto de Estudios Riojanos a través del director del área de Patrimonio Regional, D. Ignacio Gil-Díez Usandizaga quien mostró su interés por la iniciativa, con el fin de concretar las labores a realizar se presentó un anteproyecto que fue aceptado para su realización durante el año 2017 dentro de la convocatoria de «Planes» del citado Instituto.

## **2.- OBJETIVOS**

Los objetivos definidos en el anteproyecto incluían la documentación fotográfica detallada de los restos del puente, de forma que quedase constancia de su estado actual, y la representación tridimensional del mismo con el fin de obtener productos métricos que permitiesen analizar su situación y planificar intervenciones de consolidación, así como facilitar su difusión a través de medios digitales.

De forma más detallada, los productos que se han generado son:

- a) Establecimiento de una red de puntos de referencia, materializados en el terreno mediante señales (clavos) a los cuales se les ha dotado de coordenadas -observadas mediante técnicas GNSS<sup>3</sup>-en el sistema oficial (UTM30 huso 30 en sistema ETRS89).
- b) Documentación detallada de los restos del puente mediante fotografía de alta resolución. Se tomaron imágenes tanto desde el terreno como elevadas utilizando equipos radiodirigidos.
- c) Modelado 3D por métodos fotogramétricos de los restos del monumento y el entorno en que se asientan. Los productos consisten en modelos de superficies con texturas fotográficas.
- d) Preparación de las salidas cartográficas de interés (vistas en planta, alzados, etc.).
- e) Toda la información se presenta documentada, organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación a las bases de datos tanto del Gobierno de La Rioja como de cualquier otra institución y facilitar su archivo y preservación. Asimismo, estos formatos facilitan la obtención de productos derivados y de difusión.

---

<sup>3</sup> GNSS es el acrónimo de *Global Navigation Satellite System*, que hace referencia al conjunto de sistemas de posicionamiento por satélite, de los cuales, el más conocido es el GPS (EEUU). Los receptores GNSS utilizan la constelación GPS conjuntamente con otras análogas como Glonass (Rusia), Galileo (UE) o Beidou (China).

### **3.- LOCALIZACIÓN**

Los restos del puente de Mantible se sitúan a ambos márgenes del río Ebro a unos 7 km al noroeste de Logroño en un pronunciado meandro en las proximidades del barrio del Cortijo (en la zona riojana) y del barrio de Laserna (Laguardia) en la parte alavesa<sup>4</sup>. Las coordenadas UTM (ETRS89, huso 30) son X=540.450 e Y=4.706.500.



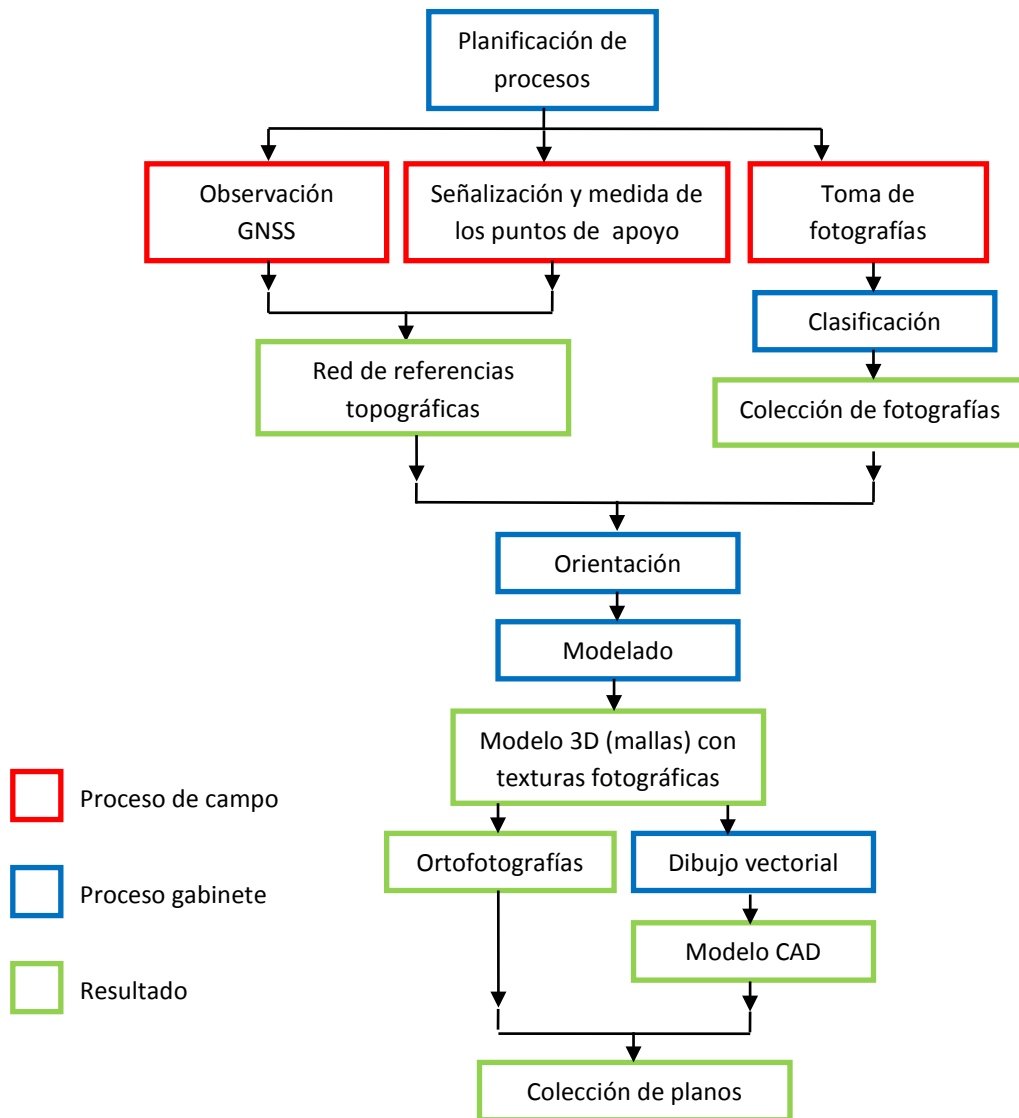
Fig. 4.- Localización de los restos del puente de Mantible (imagen de base: IDErioja).

<sup>4</sup> A pesar de la monumentalidad de este puente, es mucho el desconocimiento sobre los restos y su situación jurídica y administrativa. A modo de muestra, cabe indicar que muchas referencias sobre el puente indican erróneamente que la parte alavesa se sitúa en el municipio de Lanciego (más concretamente en el barrio de Assa).

#### 4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

##### 4.1.- Esquema de trabajo

El siguiente esquema muestra el flujo de la información desde los registros hasta la obtención de los resultados a través de los diferentes procesos desarrollados. En él, los procesos de campo se marcan en color rojo, los de gabinete en azul y los productos en color verde.



## **4.2.- Trabajos de campo**

### **4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico**

Los trabajos de campo se realizaron de forma abierta de manera que varios alumnos del grado en Geomática y Topografía (UPV/EHU) pudiesen asistir y colaborar con la toma de datos, tanto en las observaciones GNSS como en la toma de fotografías<sup>5</sup>.

La red topográfica parte de un conjunto de cinco bases principales, materializadas mediante clavos de acero inoxidable, situadas a ambos lados del cauce del río que se han observado mediante técnicas GNSS estáticas (la observación se prolongó durante unas 2 horas) utilizando cinco receptores *Topcon HiperPro* (ver características del equipo en el Anexo I). Esta observación, así como el cálculo (ver sección 4.3.1) fueron realizadas por los alumnos de la asignatura de *Geodesia Especial y Cartografía Matemática*.



Fig. 5.- Observación GNSS de la red de referencia topográfica.

---

<sup>5</sup> Las asignaturas involucradas fueron:

- Geodesia Espacial y Cartografía Matemática (responsable: profesor Beñat García), alumnos participantes: Aitor Bereinkua, Fátima Zahra Jaouani, Pablo Bouzo y Amaia Jauregi.
- Documentación Geométrica del Patrimonio (responsable: profesor José Manuel Valle), alumnos: Ana Azanza, Irati Dorronsoro, Garbiñe Elorriaga, María Julia Gómez, Anna Gubianas y Urtzi Moreno.
- Control Geométrico (responsable: profesor Álvaro Rodríguez), alumnas: Ana Azanza, Irati Dorronsoro, Garbiñe Elorriaga, María Julia Gómez y Anna Gubianas.

Estas bases se sitúan: en el camino de acceso en la margen izquierda, en el talud del camino de acceso de la margen derecha, sobre el estribo del puente en la margen derecha, al pie del talud en la margen izquierda y sobre el refuerzo de hormigón del tajamar del arco de la margen izquierda. Se dispone de reseñas detalladas en el Anexo II de esta memoria.



Fig. 6.- Distribución de las bases de la red topográfica.

Por otro lado, se implantaron 20 clavos repartidos por el suelo y en los pilares del arco de la margen izquierda (en la zona alavesa). Las coordenadas de estos clavos se obtuvieron mediante observaciones con estación total, además de a las bases 1, 4 y 5 de la red principal que se ha indicado anteriormente. Los clavos situados en el terreno también se midieron con técnicas GNSS-RTK<sup>6</sup>.



Fig. 7.- Señalización mediante clavos en el terreno y sobre los muros del puente.

<sup>6</sup> GNSS-RTK hace referencia a la obtención de las coordenadas de los puntos mediante observación con un receptor GNSS que se encuentra enlazado mediante conexión (de radio o telefónica) con estaciones de referencia que envían correcciones al posicionamiento, de forma que se obtiene precisiones en el rango de los 2 cm en tiempo real.



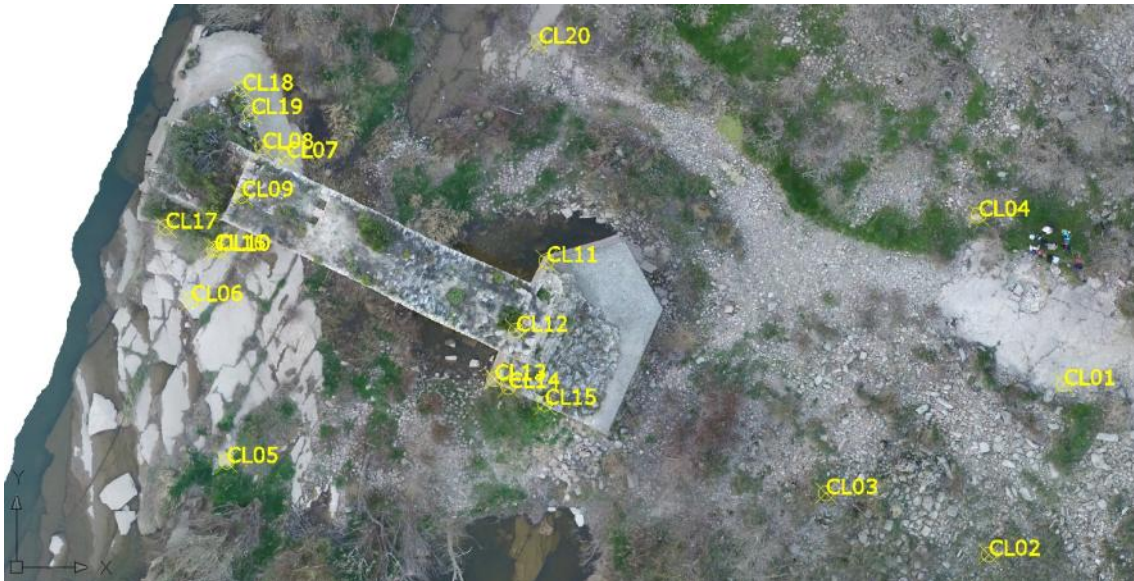


Fig. 7.- Distribución de los clavos en el terreno y muros del arco de la margen izquierda.

Los puntos anteriores son de carácter permanente, de forma que puedan volverse a utilizar si, en el futuro, se realizan nuevos trabajos en la zona. Por otro lado, para el modelado fotogramétrico se colocaron señales de puntería en forma de dianas de 10x10 centímetros (en el suelo alrededor del arco de la margen izquierda) y de 4x4 cm, fijadas con adhesivo sobre los muros del arco izquierdo. Las coordenadas de las dianas se obtuvieron utilizando una estación total, cuyas características se pueden consultar en el Anexo I.



Fig. 8.- Colocación de una diana de 4x4 cm a unos 4 metros de altura utilizando un jalón adaptado.

Para el arco de la margen derecha, no se han colocado dianas ya que el acceso a los paramentos era muy complicado, con riesgo de desprendimientos y, además, la abundante vegetación limitaba en gran medida las posibilidades de situar señales con buena visibilidad en sitios estratégicos. Por este motivo, en vez de recurrir a señales para la definición de los puntos de control que se utilizarían a la hora de escalar y orientar el modelo tridimensional de este arco, se optó por dotar de coordenadas a una serie de puntos destacados. Para ello, en una visita previa se realizó una colección de fotografías que se imprimieron y se llevaron a campo para, en un segundo día, medir los citados puntos destacados, mediante estación total, y croquizarlos sobre las fotografías de forma que pudieran identificarse posteriormente en las fases de modelado. Para la medida de estos puntos, la estación total se situó en dos posiciones (aguas arriba y aguas abajo) al borde del camino de acceso en la margen derecha.



Fig. 9.- Medida de puntos destacados en el arco de la margen derecha (a la izquierda de la imagen) con estación total desde el borde del camino de acceso.

#### 4.2.2.- Registro fotográfico

La documentación fotográfica combina fotografías tomadas desde el terreno con una cámara réflex (Canon EOS de 20 megapíxeles con un objetivo de 21 mm) y tomas aéreas. Se pueden consultar las características del instrumental empleado en el Anexo I.

Las sesiones de trabajo se planificaron con el fin de aprovechar las horas del día en que la iluminación de cada zona a documentar era homogénea, evitando así sombras proyectadas o fuertes contrastes.



Fig. 10.- Imagen fotográfica de uno de los arcos. Nótese que las tomas se realizan en un momento en que todo el puente se encuentra en sombra de forma que la iluminación es homogénea.

### **4.3.- Trabajos de gabinete**

#### **4.3.1.- Cálculo de la red topográfica**

El cálculo de las coordenadas de las bases observadas mediante técnicas GNSS estáticas se realizó utilizando varias configuraciones de estaciones de referencia, combinando bases situadas en el País Vasco (Elciego y Alda) y en la Comunidad Autónoma de La Rioja (Logroño y Casalarreina). Las discrepancias entre soluciones no superaron los 6 mm. Por otro lado, las coordenadas GNSS-RTK se obtenían directamente en campo con una precisión de unos 2 cm.

Las coordenadas obtenidas mediante estación total son algo más precisas (en el entorno de los 5 mm) aunque, a diferencia de las coordenadas GNSS que se obtienen en el sistema oficial (UTM huso 30 en el sistema de referencia ETRS89), las coordenadas de la estación total se presentan en un sistema relativo. Con el fin de mantener la precisión interna de las medidas con estación total y presentar todo el proyecto en las coordenadas oficiales, se ha calculado una transformación entre sistemas que consta de dos partes: una transformación Helmert 2D (que incluye el factor de escala, la rotación y traslaciones XY) más un incremento de Z común para todos los puntos.

Las coordenadas finales de todos los puntos de la red se encuentran en el Anexo II.

Una vez en disposición de las coordenadas, se creó un fichero CAD con estos datos en el que, además, se insertó la ortoimagen de la zona, en concreto, se ha utilizado la del Gobierno Vasco correspondiente al año 2016, la cual ofrece una resolución de 25 cm.



Fig. 11.- Red topográfica del proyecto, representada sobre la ortofotografía con resolución de 25 cm del Gobierno Vasco correspondiente al año 2016.

#### 4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías

Las imágenes obtenidas en campo se seleccionan, eliminando las tomas duplicadas, las que no se refieren al objeto de interés y las que aparecen borrosas o con iluminación deficiente.

Estas imágenes disponen de metadatos adquiridos directamente durante la toma y que informan sobre la fecha y hora de la captura, las características de la cámara, configuración de la toma, etc.

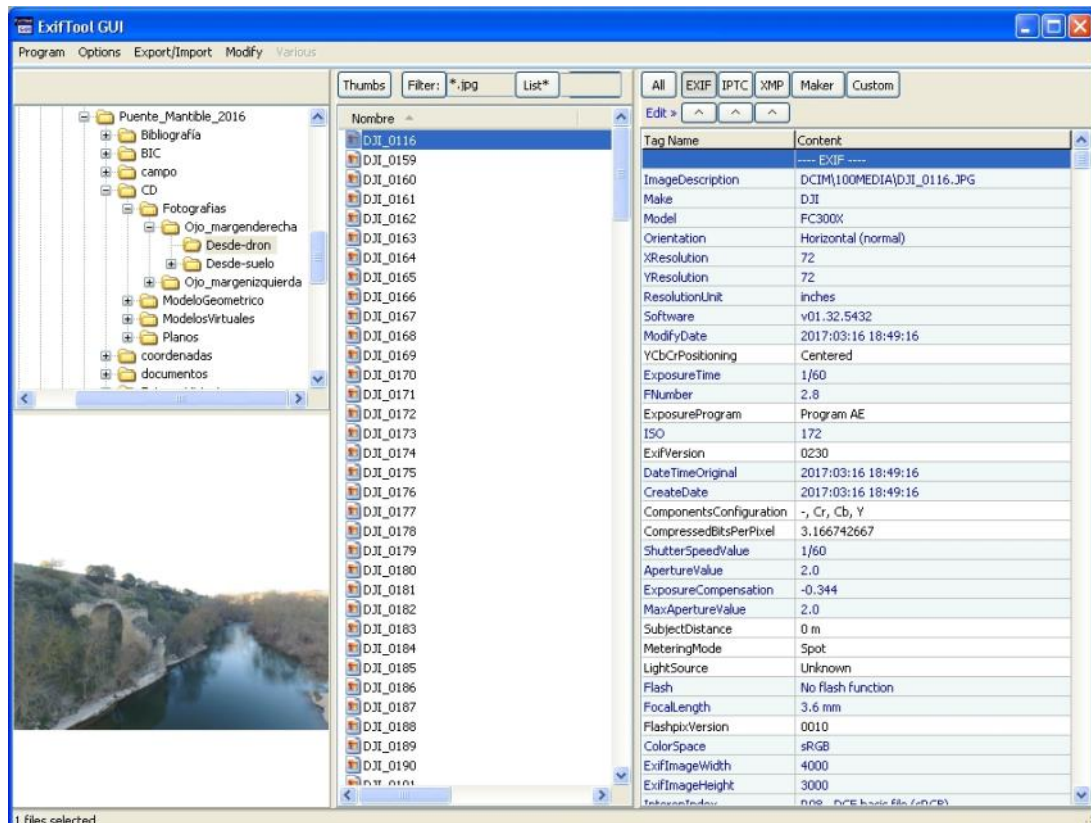


Fig. 12.- Ejemplo de imagen y los metadatos que contiene tras su creación (entre otros: modelo de la cámara, fecha y hora de la toma, resolución de la imagen, distancia focal, tiempo de exposición, etc.).

Estos metadatos –que se denominan *Exif*- pueden editarse, complementándolos con información descriptiva que sirva para contextualizarlas y facilitar su recuperación mediante la realización de búsquedas.

Para incorporarlos, se utiliza el software gratuito *Exif Tool*<sup>®</sup>. En concreto, la información que se añade es una breve descripción que indica el tipo de fotografía (desde el suelo o aérea) y el elemento que se representa (arco derecho o izquierdo), así como el proyecto que da origen al trabajo (convocatoria del «Planes» del Instituto de Estudios Riojanos), la identificación del autor de la imagen y una web de referencia para ampliar la información. Por otro lado, se incluye información sobre la localización en forma de coordenadas, en este caso, si bien algunas imágenes recogen datos

directamente del sensor GPS, se cambian igualmente asignando un valor común para toda la colección.

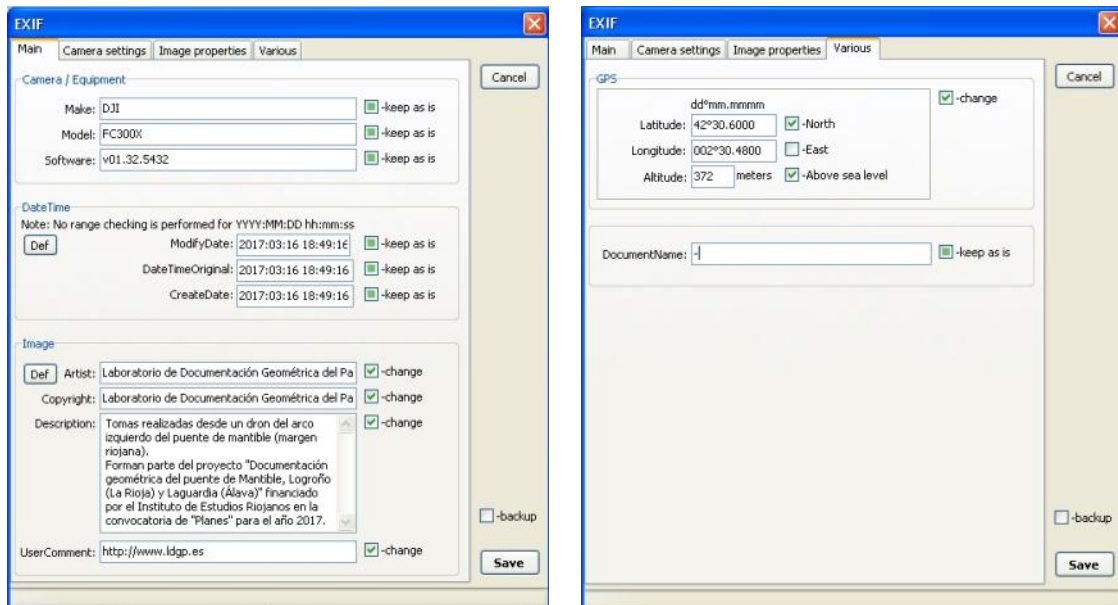


Fig. 13.- Metadatos Exif incorporados a las imágenes.

Además de los metadatos Exif, las imágenes pueden contener otros tipos de información descriptiva, de especial interés son los metadatos IPTC<sup>7</sup>. Estos metadatos han sido incorporados a las imágenes con el software *Adobe Lightroom*®. Éste programa puede utilizarse como gestor de imágenes y muestra el potencial de disponer de metadatos ya que permite visualizar la información asociada a cada imagen, así como la realización de búsquedas, etc.

<sup>7</sup> IPTC (*International Press Telecommunications Council*) es un consorcio que agrupa las principales agencias de noticias y, entre sus actividades, promueven la adopción de estándares técnicos. Los metadatos IPTC contienen un conjunto de elementos que hacen referencia a aspectos como la identificación detallada de los autores, los derechos asociados a las imágenes o la localización textual. De esta forma los metadatos IPTC complementan la información que puede incluirse en los metadatos Exif.

► Información básica

▼ Contenido IPTC

Titular	Puente de Mantible (Logroño - La Rioja // Laguardia - Álava)	<input checked="" type="checkbox"/>
Código de tema IPTC		<input checked="" type="checkbox"/>
Autor de la descripción	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio	<input checked="" type="checkbox"/>
Categoría		<input type="checkbox"/>
Otras categorías		<input type="checkbox"/>

▼ Copyright IPTC

Copyright	io de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado de copyright	Con copyright	<input checked="" type="checkbox"/>
Términos de uso de derechos		<input type="checkbox"/>
URL de información de copyright	http://www.ehu.es/docarq	<input checked="" type="checkbox"/>

▼ Creador IPTC

Creador	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio	<input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del creador	Centro de Investigación Micaela Portilla, Justo Vélaz de E	<input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad del creador	Vitoria-Gasteiz	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia del creador	Álava	<input checked="" type="checkbox"/>
Código postal del creador	01006	<input checked="" type="checkbox"/>
País del creador	España	<input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono del creador	+34 945 013222 / 013264	<input checked="" type="checkbox"/>
Correo electrónico del creador	ldgp@ehu.es	<input checked="" type="checkbox"/>
Sitio Web del creador	http://www.ehu.es/docarq	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo del creador		<input type="checkbox"/>

▼ Imagen IPTC

Fecha de creación	2017	<input checked="" type="checkbox"/>
Género intelectual		<input type="checkbox"/>
Escena		<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación		<input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad	Logroño // Laguardia	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia	La Rioja // Álava	<input checked="" type="checkbox"/>
País	España	<input checked="" type="checkbox"/>
Código de país ISO	ES	<input checked="" type="checkbox"/>

▼ Estado IPTC

Título		<input checked="" type="checkbox"/>
Identificador de trabajo	Documentación geométrica del puente de Mantible, Logro	<input checked="" type="checkbox"/>
Instrucciones		<input type="checkbox"/>
Proveedor		<input type="checkbox"/>

Fig. 14.- Metadatos IPTC incorporados a las imágenes.

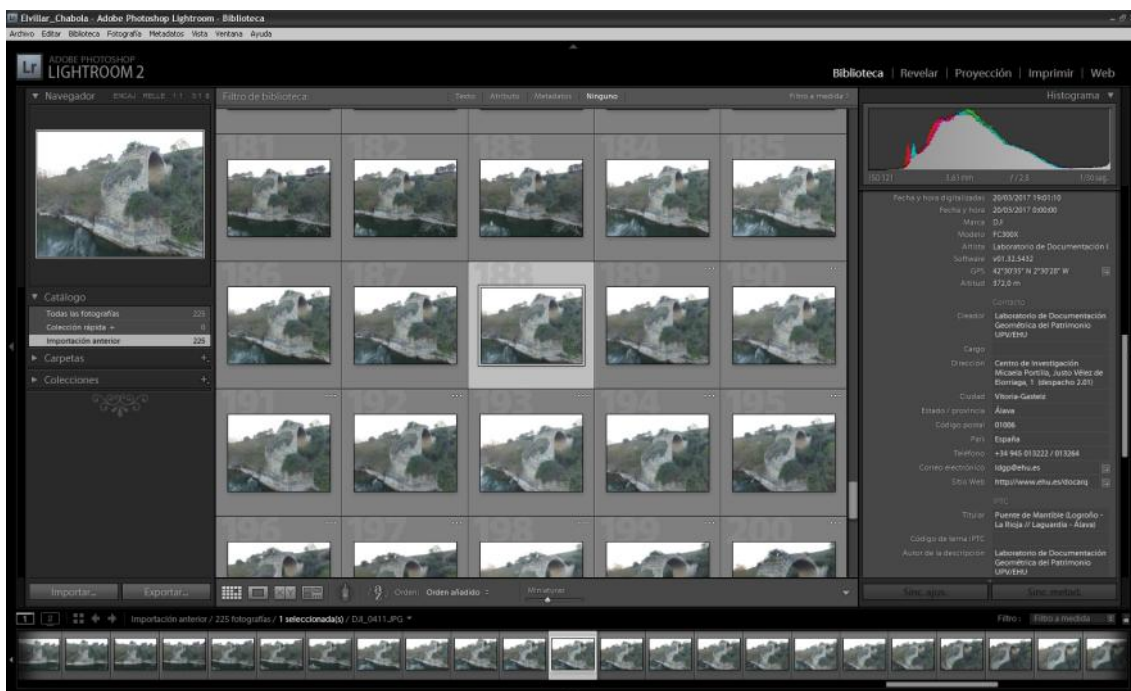


Fig. 15.- Metadatos de las imágenes, accesibles en un programa de gestión de imágenes (en la imagen Adobe Lightroom®).

#### 4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica

El modelado de los arcos del puente se ha realizado con el software *Agisoft Photoscan*<sup>®</sup>. Dado que el río rompe la continuidad de la zona a modelar (la superficie de agua en movimiento no se puede modelar de esta forma), se han generado dos modelos independientes, uno para cada arco, si bien ambos utilizan el mismo sistema de coordenadas por lo que pueden importarse en cualquier programa de gestión de modelos 3D y analizarse de forma conjunta.

Seguidamente, se muestran algunas capturas de pantalla que ilustran el flujo de trabajo.

En primer lugar se importan las imágenes al programa y se procede a la orientación. En este paso, el software busca puntos comunes entre las fotografías y realiza emparejamientos. De esta forma puede reconstruir la posición y orientación relativa de la cámaras en el momento de la toma, al mismo tiempo, calcula las coordenadas tridimensionales (siempre en un sistema relativo) de los puntos comunes que se han identificado.

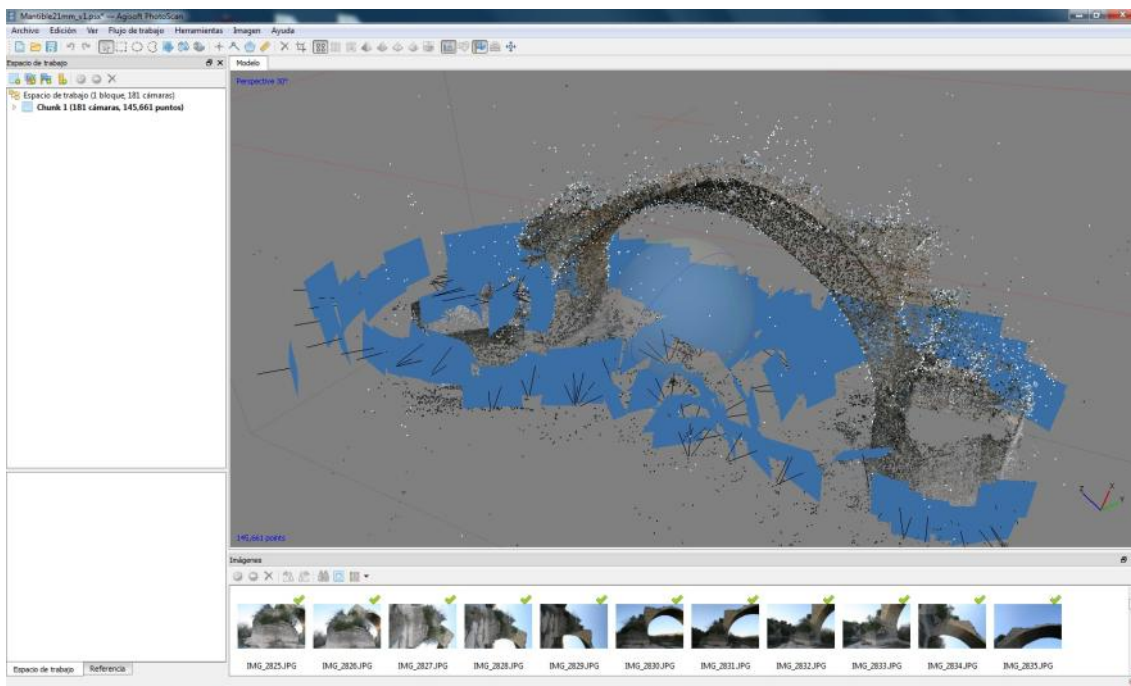


Fig. 17.- Posición y orientación de las cámaras (cuadriláteros azules) y coordenadas tridimensionales relativas de los puntos comunes detectados.



El siguiente paso, consiste en densificar la nube de puntos. En esta fase, el programa revisa las fotografías para la detección de nuevos puntos a los que asigna coordenadas mediante intersección de haces.

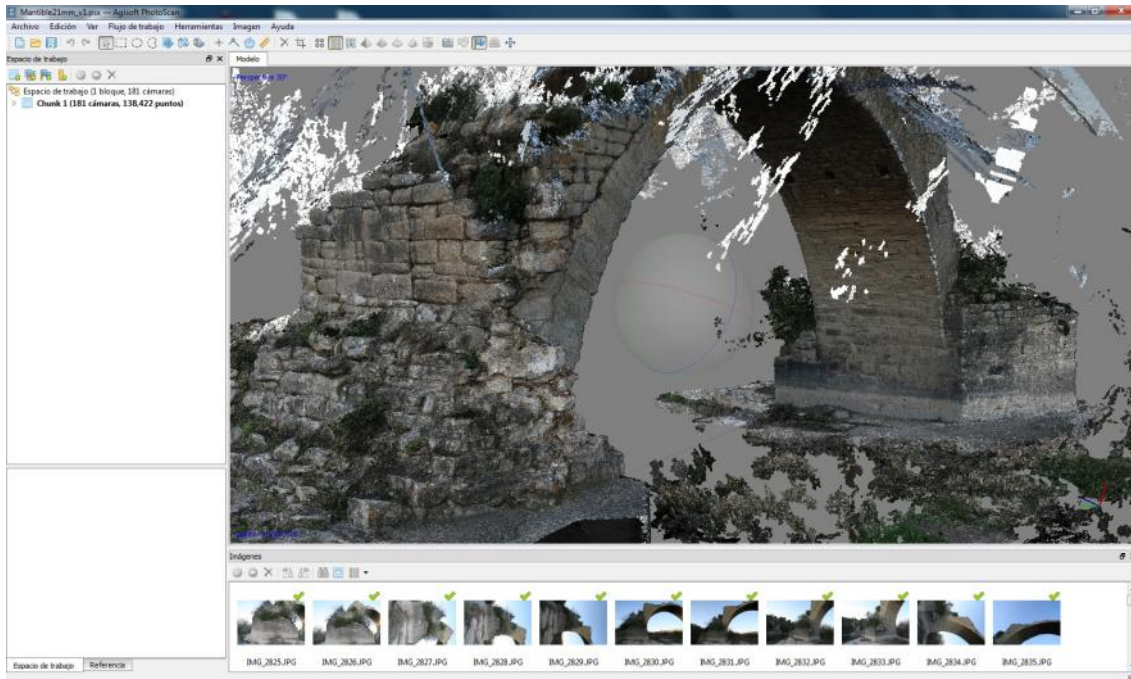


Fig. 18.- Vista del modelo tras calcular la nube de puntos densa.

La nube de puntos obtenida se edita para eliminar las zonas que no interesa representar y los puntos erróneos. A continuación se marcan sobre las fotografías la posición de los puntos de apoyo. Una vez marcado el apoyo se realiza la transformación del sistema de coordenadas con lo que, a partir de este momento, ya se dispone de los productos en el sistema de coordenadas del proyecto<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Las coordenadas introducidas corresponden a las UTM a las que se les han restado 540.000 al valor de X y 4.700.000 a la Y. Esto se realiza porque algunos programas de modelado 3D dan problemas con valores grandes de coordenadas. En todo caso, si se desea colocar los modelos en sus coordenadas UTM completas es suficiente con indicar estos desfases a la hora de importarlos.



El modelo 3D puede exportarse a formatos de intercambio para su utilización con otros programas de CAD, visualización, impresión 3D, etc.

Con el fin de permitir un rango más amplio de aplicaciones, se han generados dos modelos diferentes para cada arco: uno detallado (unos 2,5 millones de polígonos) y otro reducido (aproximadamente 500.000 polígonos).

En todos los casos, se almacenan en formato PLY (binario) y en OBJ. Estos formatos son ampliamente reconocidos por lo que pueden utilizarse en una gran variedad de software y aplicaciones.

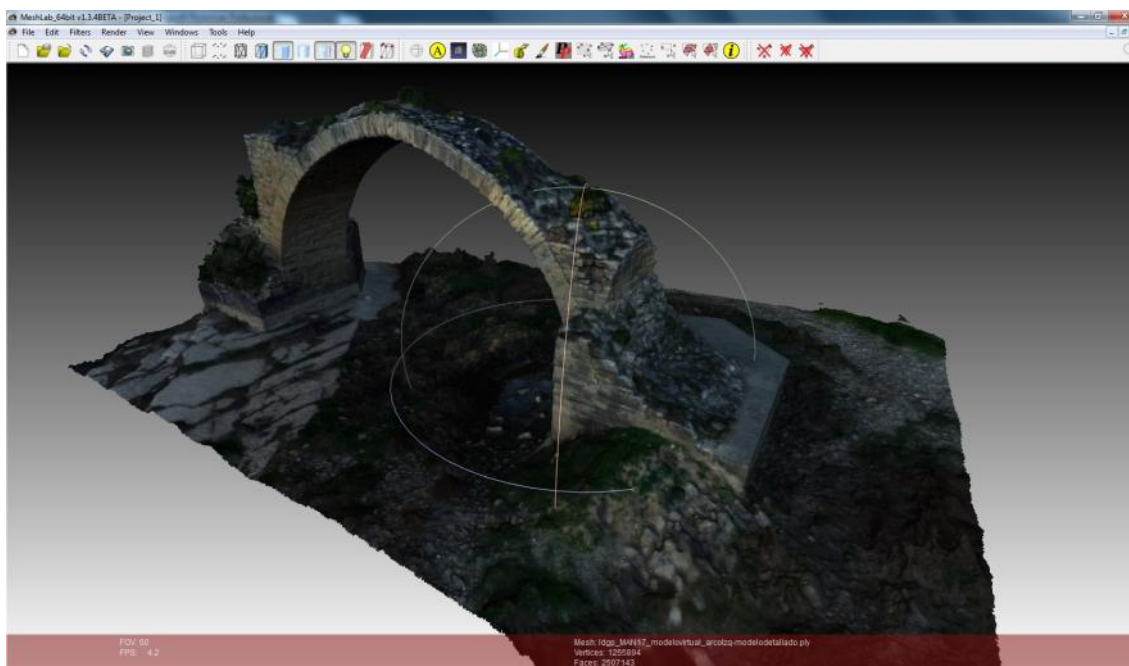


Fig. 21.- Modelo de uno de los arcos importado en el programa de visualización 3D *Meshlab*®.

Como se ha indicado, los modelos de cada arco se presentan por separado pero están en el mismo sistema de coordenadas por lo que al importar ambos en un mismo espacio de trabajo mantienen su posición relativa.

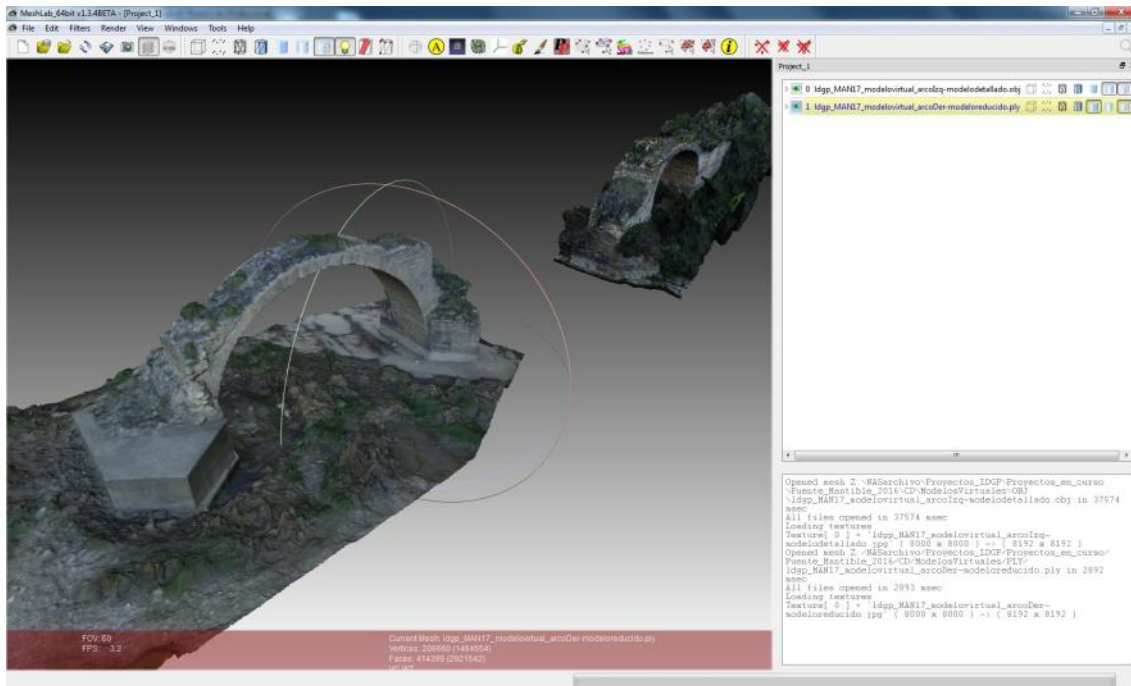


Fig. 22.- Modelos de ambos arcos importados en el programa de visualización 3D Meshlab®.

#### 4.3.4.- Productos derivados del modelo 3D

Utilizando el software *Agisoft Photoscan*® se procede a dibujar el despiece de los arcos. Las líneas se marcan sobre las fotografías y su posición tridimensional se obtiene por la proyección de estos elementos sobre el modelo 3D (preferentemente, sobre el modelo malla).

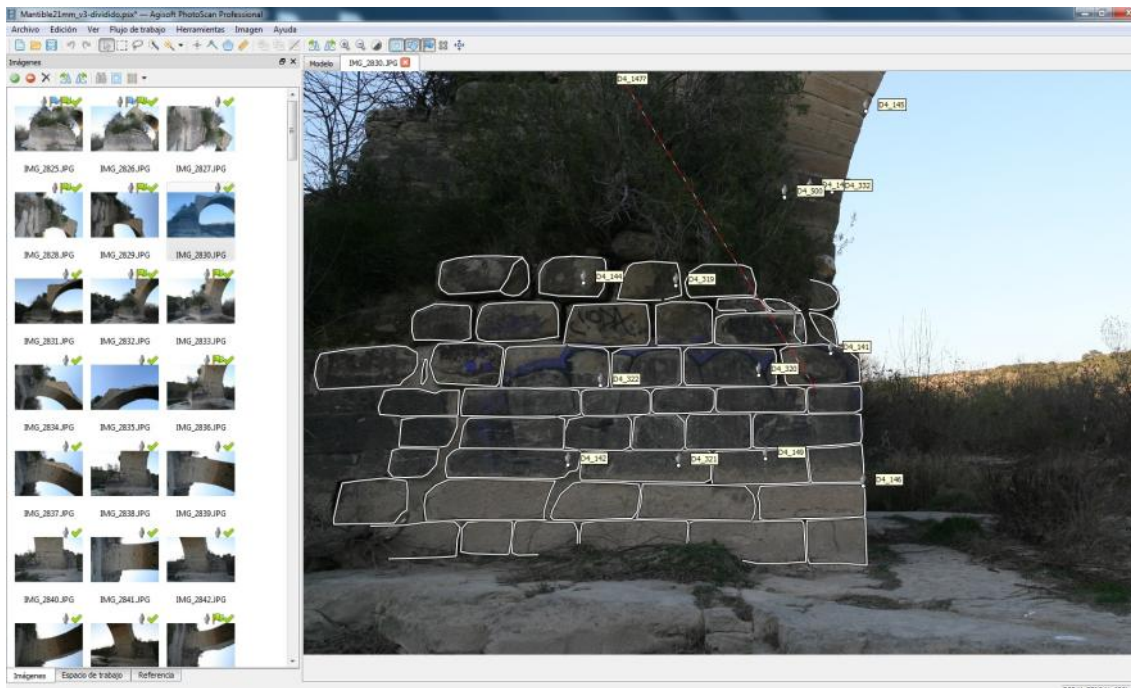


Fig. 23.- Dibujo del despiece del arco sobre las fotografías.

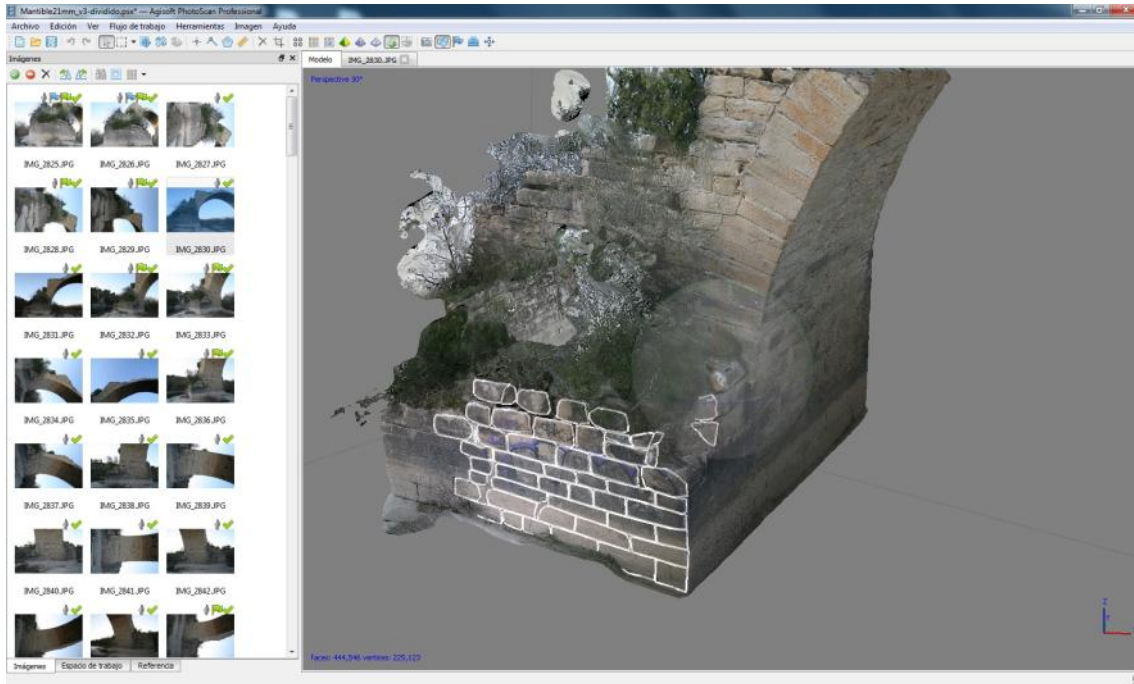


Fig. 24.- Vista de los perímetros dibujados sobre el modelo tridimensional.

Las líneas dibujadas en una fotografía aparecen proyectadas si cambiamos de imagen, lo que permite verificar su posición y corregir errores debidos al punto de vista. De esta forma, seleccionando diferentes imágenes que cubran el elemento de interés desde diferentes puntos de vista, se puede ir completando el dibujo vectorial.

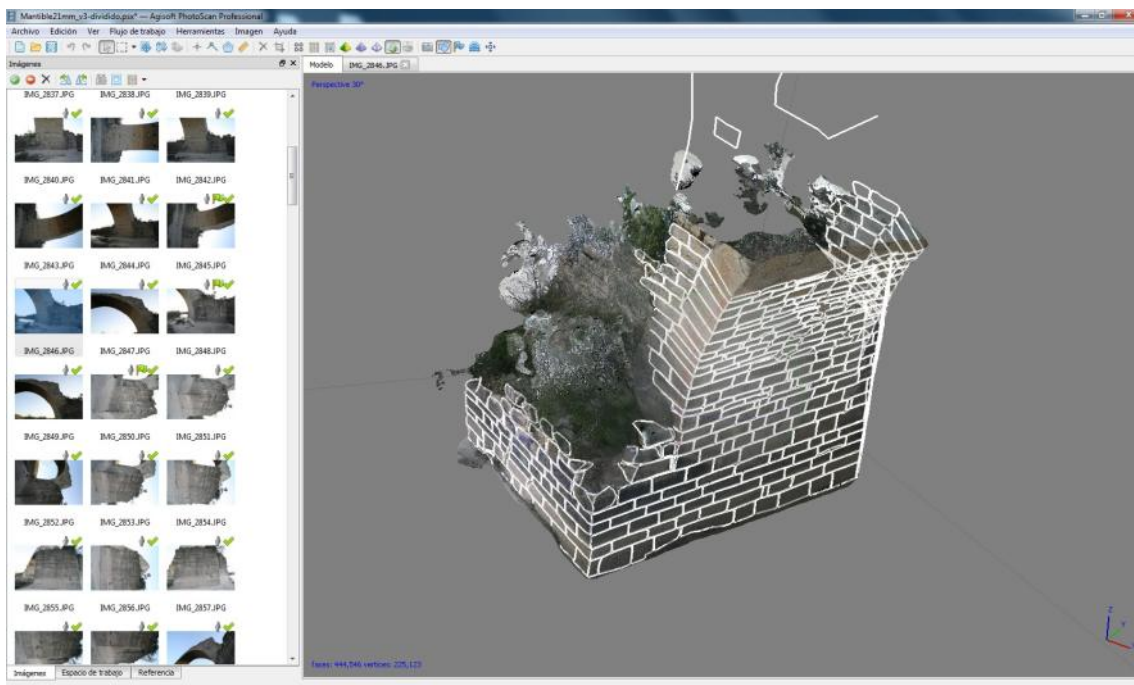


Fig. 25.- Vista parcial del dibujo vectorial.

Con el fin de facilitar la interpretación del dibujo, el despiece se realiza en diferentes bloques que, posteriormente se juntan en un fichero CAD.

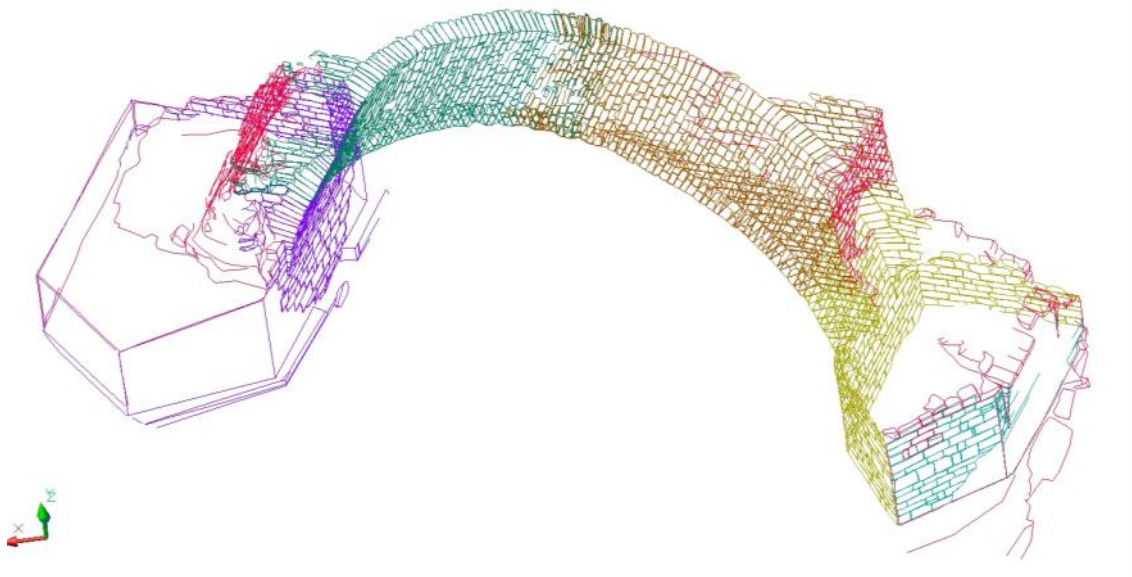


Fig. 26.- Dibujo vectorial de líneas, exportado en un entorno CAD (*AutoCAD*®).

Una vez en el entorno CAD se procede a editar el dibujo, eliminando elementos duplicados, cerrando las líneas que corresponden a cada piedra, realizando los cases en las esquinas, etc.

Esta versión vectorial se puede utilizar también para generar productos derivados como pueden ser vistas en alzados que complementen las ortoimágenes.

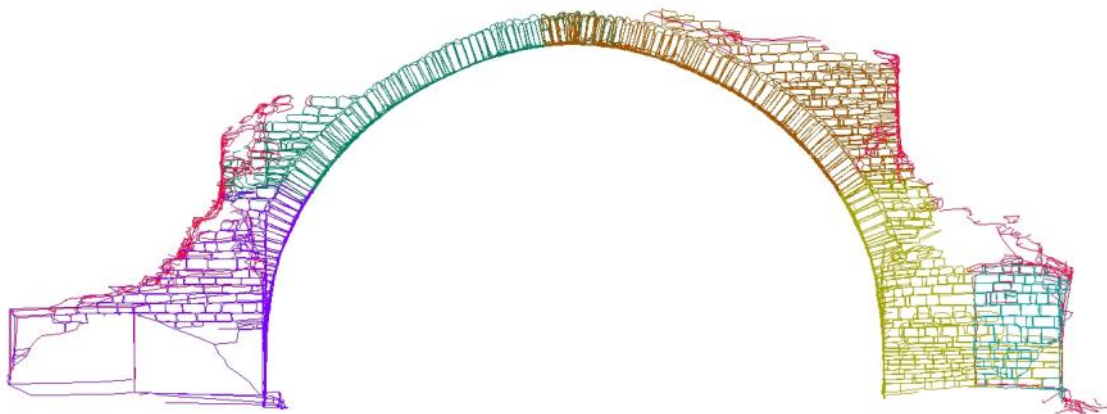


Fig. 27.- Vista en alzado del despiece del arco de la margen izquierda.

Al respecto de las mencionadas ortoimágenes, previamente a su generación, hay que definir los planos de proyección, para ello se parte del dibujo CAD que permite determinar los planos más adecuados para los alzados y secciones.

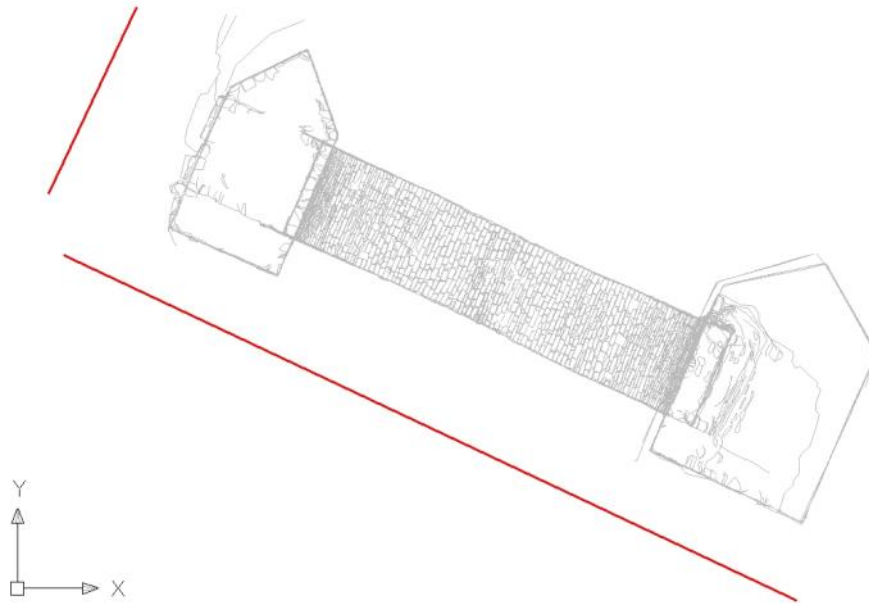


Fig. 28.- Vista en planta del despiece del arco de la margen izquierda sobre la que se marcan los planos de proyección más adecuados para los alzados.

Una vez determinados, se calculan puntos en estos planos, estos puntos se importan en *Agisoft Photoscan*® y se utilizan para indicar con exactitud los puntos de vista.

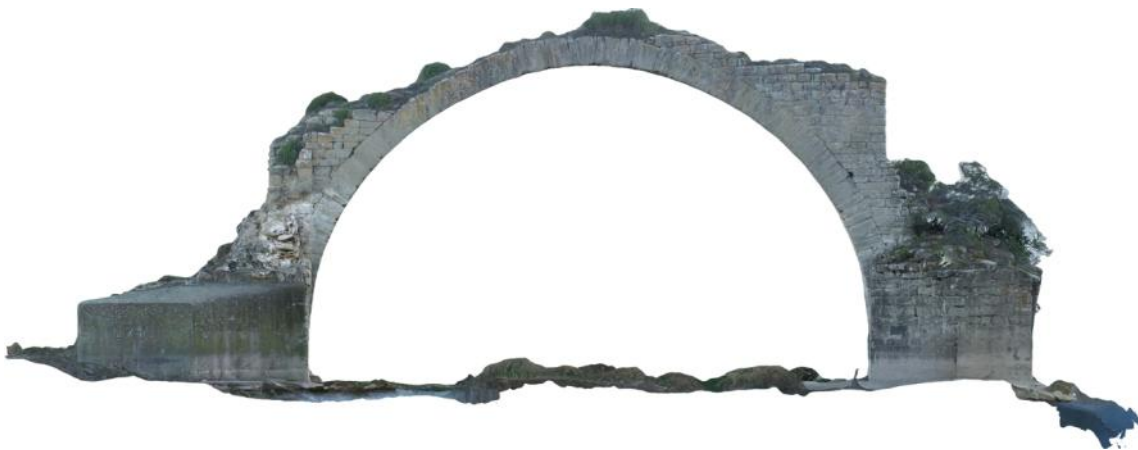


Fig. 29.- Ortoimagen aguas arriba del arco de la margen izquierda.

La resolución seleccionada para estas ortoimágenes es de 5 mm, lo que permite apreciar la disposición de las piedras y las principales patologías estructurales. Para cada arco se han generado vistas en alzado aguas arriba, aguas abajo, laterales (muestran el exterior) y secciones (que muestran el interior de los arcos). Asimismo se han generado vistas ortogonales desde debajo de cada uno de los arcos.

Por otro lado, se han generado ortoimágenes cenitales (vistas desde arriba) con una resolución de 2 cm.

#### 4.3.5.- Modelo CAD y planos

Como se ha ido indicando en los apartados anteriores, el modelo CAD contiene la ortoimagen oficial con resolución de 25 cm (descargada del servicio de cartografía del Gobierno Vasco) sobre la que se habían incorporado los puntos que forman la red de referencia topográfica.

A partir del modelado tridimensional de los arcos se obtiene una ortoimagen cenital más detallada (2 cm de resolución) que también se incorpora y el dibujo vectorial del despiece de los arcos.

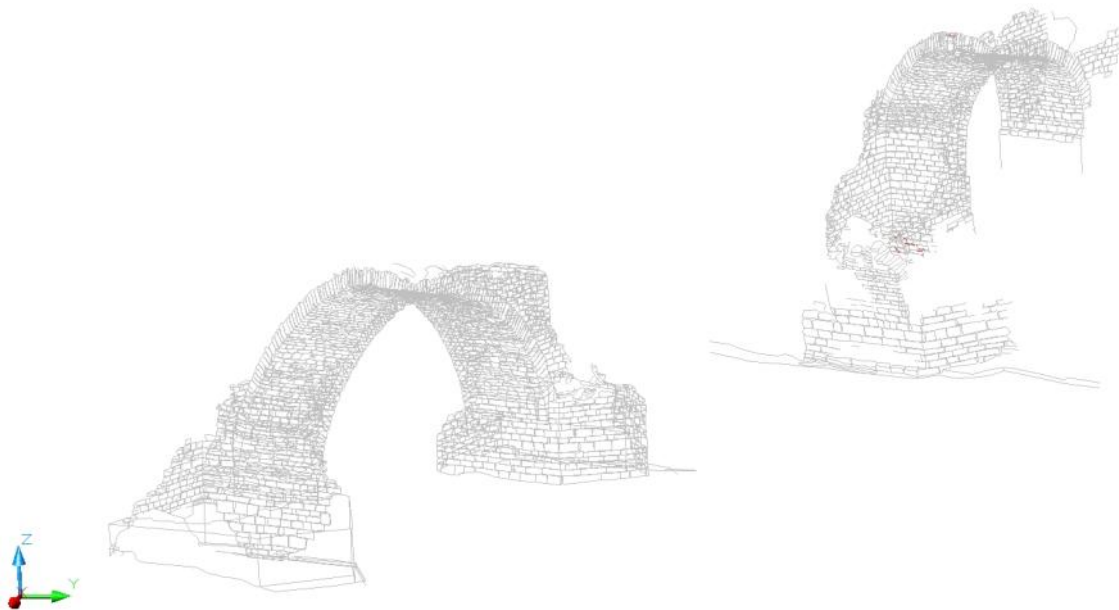


Fig. 30.- Modelo vectorial con el despiece de los arcos.



Con estos datos y las diferentes ortoimágenes de los alzados se pasa a maquetar las salidas gráficas (planos). Por un lado, se crean los conjuntos de vistas que muestran los alzados aguas arriba en relación con las vistas laterales de cada arco.

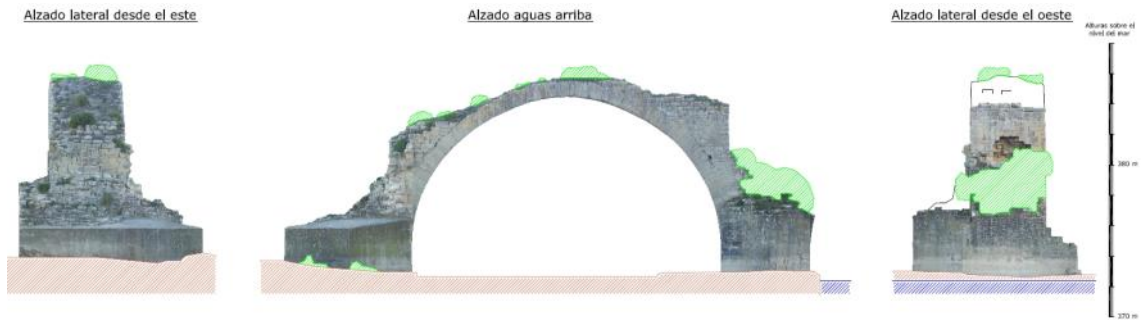


Fig. 31.- Alzado aguas arriba y alzados laterales.

Por otro lado, se presenta el alzado aguas abajo con las secciones que muestran los alzados a ambos lados del arco, lo que se complementa con la vista desde debajo.

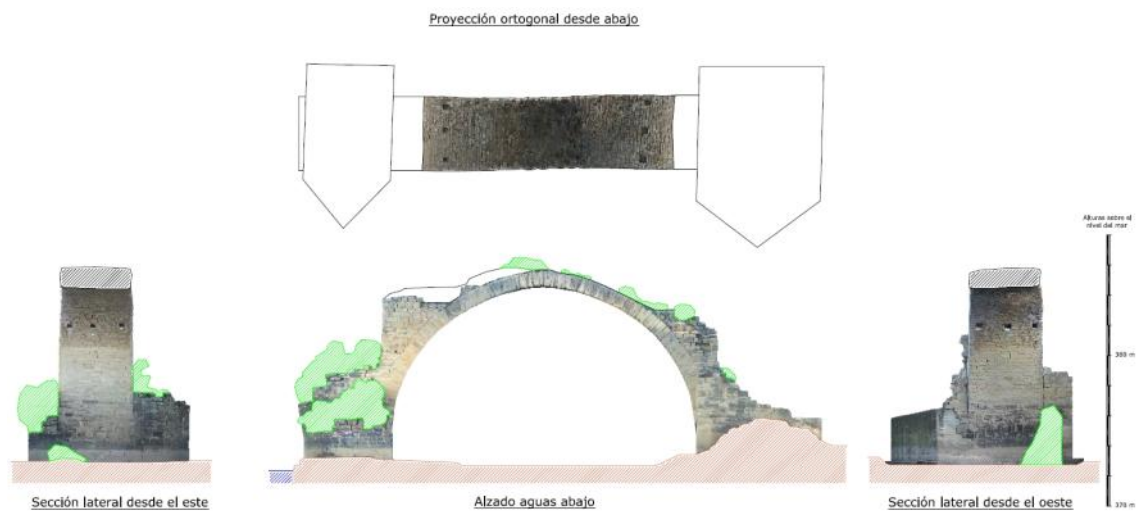


Fig. 32.- Alzado aguas abajo y vistas ortogonales del interior del arco.

Finalmente, también se preparan los alzados aguas arriba y aguas abajo que muestran ambos arcos a la vez, permitiendo así comprobar su relación en altura, separación, etc.

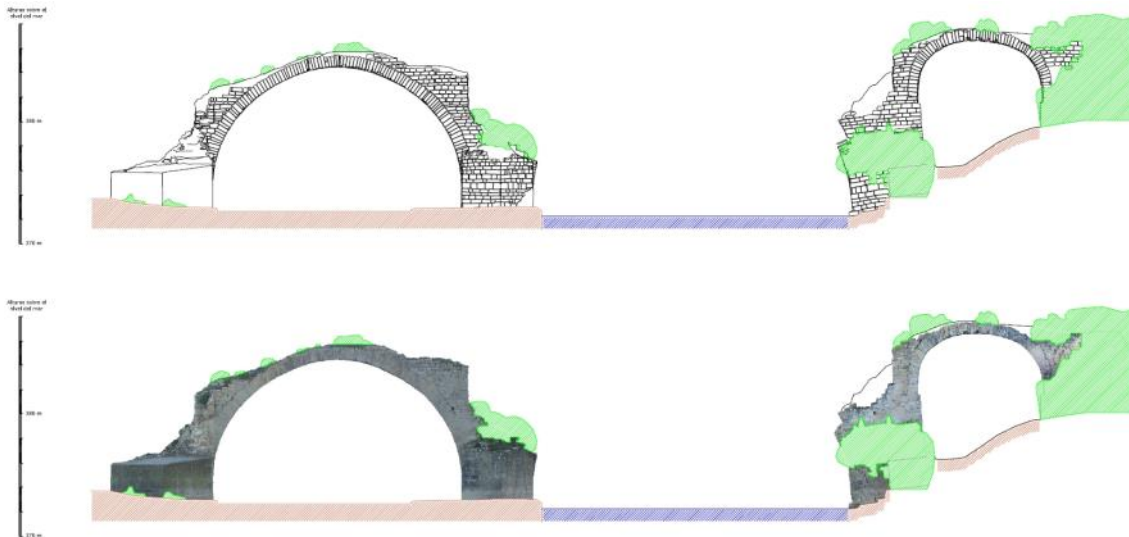


Fig. 33.- Alzados aguas arriba, dibujo de líneas (arriba) y ortoimágenes (abajo).

Como escala de representación se ha elegido 1:100, lo que supone maquetar los planos en formato A1. Con el fin de disponer de copias manejables en campo también se han preparado versiones en formato A3 que representan las diferentes partes del puente a escala 1:250.

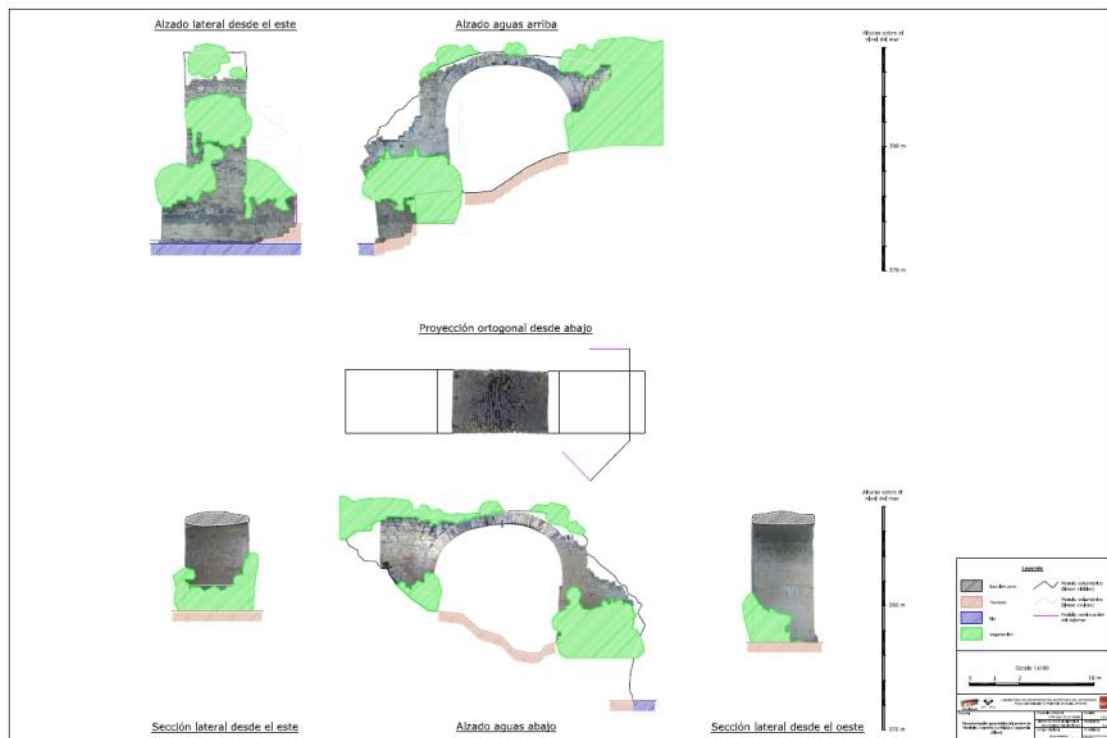


Fig. 34.- Plano maquettato en formato A1 (escala 1:100).

#### 4.3.6.- Inspección de patologías del arco de la margen derecha

Como se ha indicado anteriormente, el arco de la margen derecha es el que presenta unas deformaciones más preocupantes. Además, se encuentra cubierto en gran parte por una abundante vegetación y su acceso es complicado. Todo ello repercute en el hecho de que exista un gran desconocimiento sobre la peligrosidad de esta estructura, motivo por el cual se considera conveniente realizar una exposición de las principales patologías detectadas durante las visitas a campo.

El dibujo vectorial permite apreciar más claramente algunos de estas patologías, así como medir su magnitud. Por lo que respecta a la inclinación del pilar junto al río. La magnitud en dirección hacia el río es de unos 6 – 7º (grados sexagesimales).



Fig. 35.- Inclinación del pilar junto al río del arco derecho, medida sobre el alzado aguas arriba.

El tajamar también presenta una inclinación apreciable hacia adelante (aguas arriba) con una magnitud aproximada de 1 grado sexagesimal.

Esta inclinación del pilar junto al río es coherente con otras de patologías detectadas como el conjunto de fracturas diagonales en la parte trasera de la base de este pilar en el interior.



Fig. 36.- Fracturas diagonales en la parte trasera del interior del pilar junto al río.

Igualmente, este desplazamiento del pilar también puede ser el causante de la deformación y grietas aparecidas en el arco, así como de la pérdida de dovelas.

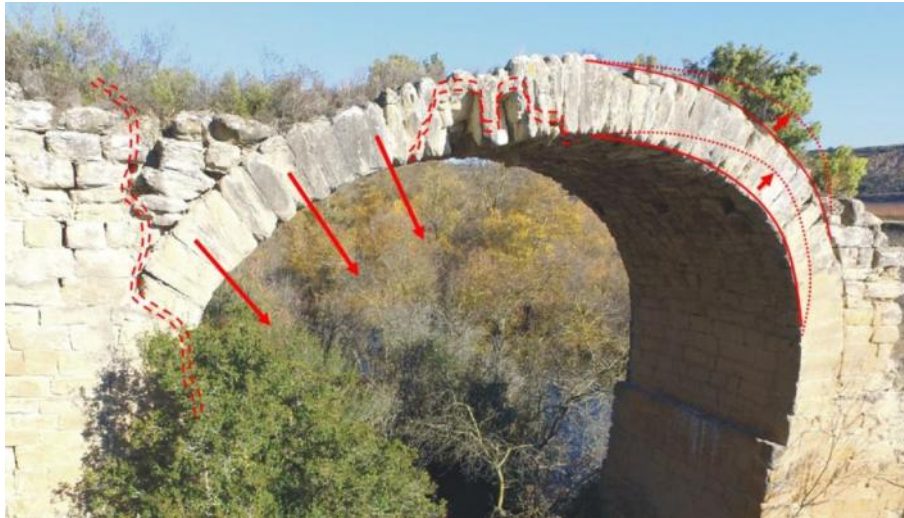


Fig. 37.- Deformación del arco (aguas abajo) y pérdida de dovelas.

Así mismo, el movimiento del pilar también puede explicar la grieta diagonal que aparece en el arco junto al estribo.



Fig. 38.- Grieta de desarrollo diagonal junto al estribo.

Así como la grieta visible en el muro del tajamar que da al río.



Fig. 39.- Grieta visible en la pared del tajamar.

En todo caso, dado que los restos de este arco se encuentran cubiertos por vegetación, es posible que otras patologías de gran magnitud no sean visibles en la actualidad por lo que sería interesante realizar una inspección más detallada en el caso de que se pretenda actuar sobre este elemento.

Por otro lado, existen otros problemas evidentes como son la colonización vegetal, los elementos sueltos o el desgaste de los materiales debido a factores climatológicos.

Si se desea estudiar la evolución a lo largo del tiempo es preciso comparar este estado con datos de otras épocas, bien sean información previa o datos que se capturen en el futuro.

Una opción posible es el análisis de fotografías antiguas. A modo de ejemplo, se ha tomado una imagen correspondiente a un par estereoscópico<sup>9</sup>. A pesar de que la calidad de la copia no permite distinguir el despiece, se trata de un documento interesante por su antigüedad. Como puede comprobarse, en esta imagen se aprecia que el arco aún conservaba su forma circular y que no existe falta de dovelas. En otro

---

<sup>9</sup> Tomada de: [http://www.todocoleccion.net/fotografia-antigua-estereoscopicas/estereoscopica- puente-romano-mantible-cortijo-rioja-assa-alava~x51142789#sobre\\_el\\_lote](http://www.todocoleccion.net/fotografia-antigua-estereoscopicas/estereoscopica- puente-romano-mantible-cortijo-rioja-assa-alava~x51142789#sobre_el_lote) (consulta, diciembre 2016). Por el tipo de soporte posiblemente corresponda a finales del siglo XIX.

orden de ideas, también es interesante comprobar que, en este momento, apenas existía vegetación en la zona y, en consecuencia, que era posible observar los paramentos en su totalidad.

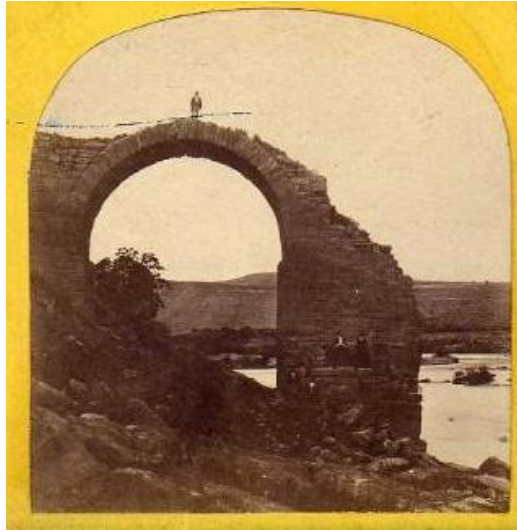


Fig. 40.- Fotografía antigua del arco derecho del puente de Mantible (obtenida de Internet).

Esta imagen puede introducirse en un programa de dibujo que permita analizar sus puntos de fuga de forma que se pueda poner en relación con el modelo geométrico del puente que se ha generado. Utilizando como referencia las zonas que se considera que se han deformado menos (la parte baja de la construcción) se puede hacer una superposición aproximada del modelo actual y la fotografía antigua obteniendo el resultado que se muestra a continuación y que ilustra la alteración producida.

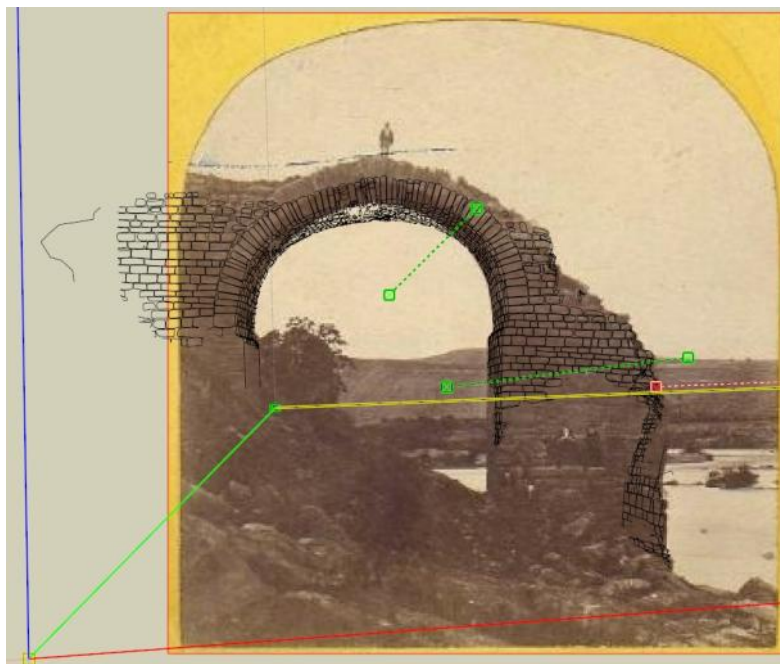


Fig. 41.- Superposición del modelo 3D sobre la imagen mediante ajuste de los puntos de fuga.

## **5.- CONTENIDO DEL CD**

El CD que acompaña este proyecto se organiza según la siguiente estructura de carpetas:

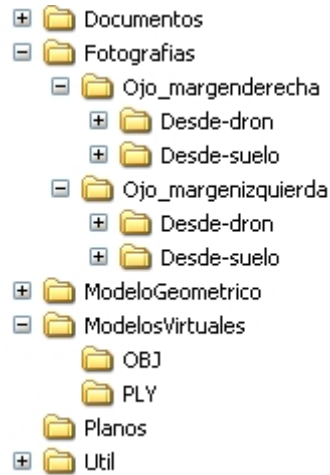


Fig. 42.- Contenido del CD que acompaña esta memoria.

La información contenida es la siguiente:

- Documentos: copia de la presente memoria.
- Fotografías: imágenes seleccionadas en formato JPEG de las tomas de los dos arcos existentes.
- Modelo Geométrico: incluye el fichero CAD con los planos maquetados en formatos DWG y DXF (ambos en versión 2000).
- Modelos virtuales: modelos de superficies con texturas fotográficas de ambos arcos en los formatos de intercambio OBJ y PLY.
- Planos: copias en formato PDF de los planos (formatos A1 y A3).
- Útil: descripción del formato de intercambio DXF y de los esquemas de metadatos Exif e IPTC utilizados en las fotografías.



**ANEXOS**

## Anexo I: Instrumental empleado

Las características técnicas y el certificado de calibración de la estación total utilizada se presentan a continuación:

- when it has to be right



### Certificado de Verificación y Control Emitido por laboratorio de Leica Geosystems

<b>Ciente</b>	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO NIVES CANO 12 01006 GASTEIZ	<b>Nº de Certificado</b>	301211531
		<b>Fecha Inspección</b>	20.06.2016
<b>Producto</b>	TCR1205 R300	<b>Nº Serie</b>	213379
<b>Nº Artículo</b>	737436	<b>Nº Equipo</b>	1756827

#### Identificación de patrones

- Ángulos: Colimador de ejes Wild modelo 381546 nº 9694 con certificado CEM número 160307009  
Distancias: Línea base con centrado forzoso y 2 reflectores con certificado del CEM número 160307010

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

#### 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 (1996) cuya designación actual es EA-4/02.

#### Procedimientos de verificación

- Patrones: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.C.P LG 05-11.  
Instrumento: Procedimiento descrito 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 y Representación inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 29.900, Folio 107, Hoja B-165935, Inscripción 1-C.I.F. B-61395487



Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin  
previa autorización escrita de la entidad emisora

Página 1/2

Leica Geosystems S.L.  
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain  
[www.leica-geosystems.es](http://www.leica-geosystems.es)



**Certificado**

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto detalladas a continuación.

- Valido      Los resultados del ensayo están dentro de la especificación del producto  
 No Valido      Los resultados del ensayo no están dentro de la especificación del producto

**Mediciones**

Error de entrada:

	M1
Desviación Hz (Gon)	0.0002
Desviación V (Gon)	0.0016
Desviación D1 (mm)	0.3

Error de Salida:

	M1	M2	M3	M5	M5
Desviación Hz (Gon)	0.0003	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003
Desviación V (Gon)	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001
Desviación D1 (mm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0016	0.0015	0.0015	0.0001
Desviación V (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0002
Desviación distancia (mm)				
Distanciómetro Infrarrojo	2	2mm + 2 ppm	2	0.2
Distanciómetro láser	3	3mm + 2 ppm	3	0.2

**Notas**

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

Leica Geosystems S.L.

20.06.2016

Leica Geosystems, S.L.  
 Ctra. Ribba Piencia, 31  
 Euzkadi, España nº 294  
 Itziar Miguel (Técnico: 110336)  
 Junior Service Technician

Javier Carbonero  
 Manager Technical Service

Sociedad Unipersonal inscrita en el registro Mercantil de Barcelona, Tomo 28.006, Folio 107, Hoja B-155305, inscripción 1-C.I.F. B-155305-07

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin  
 previo consentimiento escrito de la entidad emisora  
 Page 2/2



Leica Geosystems S.L.  
 Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain  
[www.leica-geosystems.es](http://www.leica-geosystems.es)

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

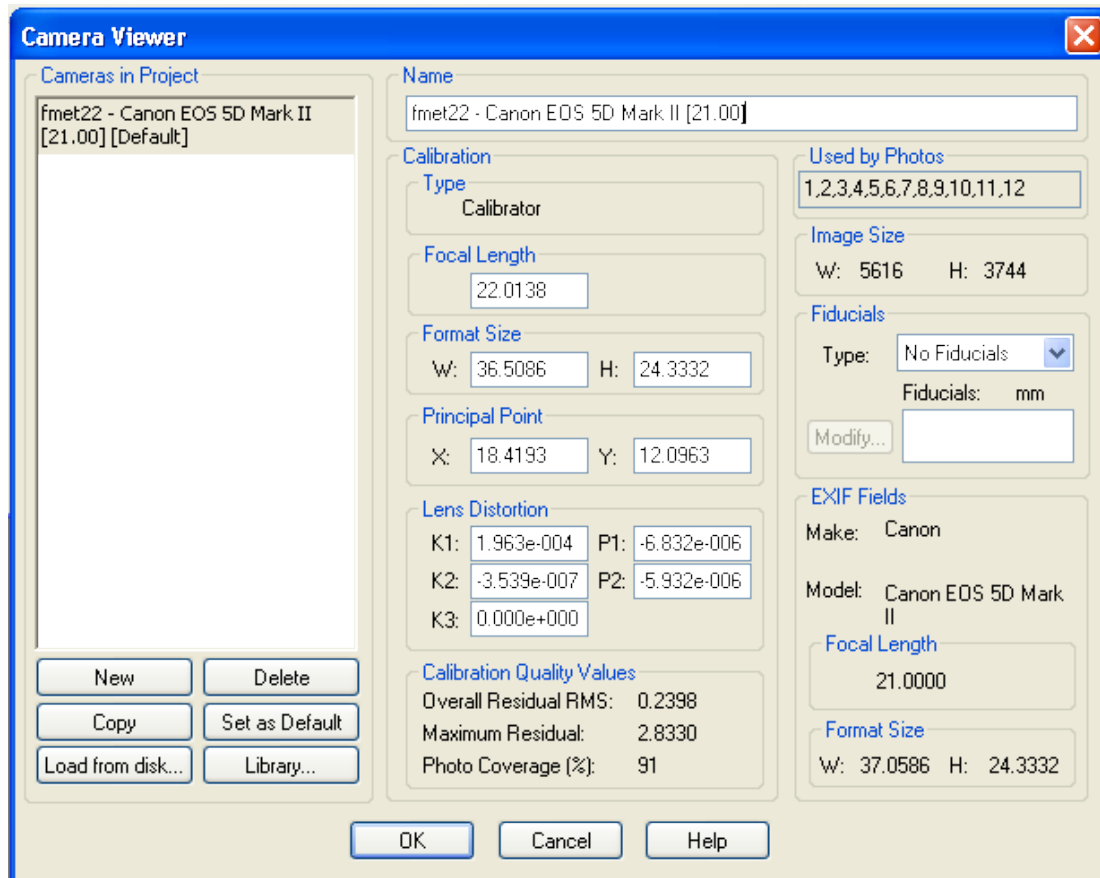
Specifications are subject to change without notice. Performance specifications assume a minimum of 6 GPS or 7 GPS/GLONASS satellites above 15 degrees in elevation and adherence to procedures recommended by TPS in the appropriate manuals. In areas of high multipath, during periods of high PDOP and during 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.

Finalmente, la cámara reflex utilizada es una Canon EOS 5D Mark II de 20 megapíxeles con un objetivo de 21 mm, sus características se muestran en la siguiente imagen:



## **Anexo II: Reseñas de la red topográfica**

La siguiente lista muestra las coordenadas finales de los puntos que forman la red de referencia topográfica. La identificación de los puntos es:

- BASE?, 5 clavos situados en el terreno que forman la red principal, se sitúan de forma que enmarcan toda la zona de actuación.
- CL??., 20 clavos distribuidos por el terreno circundante al ojo de la margen izquierda y sobre los muros de este mismo ojo.
- D4\_???, dianas de 4x4 cm situadas sobre los muros del ojo de la margen izquierda.
- D10\_??., dianas de 10x10 cm situadas en el suelo alrededor del ojo de la margen izquierda.

<b>Punto</b>	<b>Xutm</b>	<b>Yutm</b>	<b>Alt.</b>
BASE1	540512,158	4706413,889	378,320
BASE2	540392,597	4706491,866	392,022
BASE3	540412,483	4706525,073	387,563
BASE4	540535,677	4706487,268	375,150
BASE5	540486,713	4706498,290	376,001
CL01	540516,119	4706490,231	373,714
CL02	540511,107	4706478,842	374,667
CL03	540500,239	4706482,933	374,633
CL04	540510,420	4706501,508	374,359
CL05	540460,248	4706485,043	373,034
CL06	540457,874	4706495,842	373,177
CL07	540464,222	4706505,419	372,811
CL08	540462,628	4706506,028	375,022
CL09	540461,252	4706502,814	373,666
CL10	540459,710	4706499,201	374,286
CL11	540481,591	4706498,444	374,338
CL12	540479,571	4706493,803	374,038
CL13	540478,116	4706490,562	374,871
CL14	540479,051	4706490,026	375,600
CL15	540481,485	4706488,923	376,818
CL16	540459,421	4706499,239	373,671
CL17	540456,169	4706500,695	374,815
CL18	540461,278	4706509,920	375,011
CL19	540461,875	4706508,331	373,330
CL20	540481,058	4706513,054	372,875
D4_129	540478,483	4706490,340	378,117
D4_130	540480,426	4706489,437	378,122
D4_131	540480,006	4706489,597	376,474

D4_132	540478,140	4706490,645	376,706
D4_133	540478,753	4706492,064	377,962
D4_134	540478,617	4706493,405	378,097
D4_135	540479,576	4706494,477	376,513
D4_136	540480,117	4706497,121	378,257
D4_137	540478,217	4706490,410	374,720
D4_138	540478,486	4706491,401	373,826
D4_139	540479,689	4706494,132	374,764
D4_140	540481,277	4706497,715	373,744
D4_141	540459,401	4706499,219	374,824
D4_142	540457,310	4706500,172	373,914
D4_143	540454,544	4706501,416	374,421
D4_144	540457,346	4706500,127	375,463
D4_145	540461,169	4706500,861	378,084
D4_146	540459,721	4706499,224	373,633
D4_147	540461,381	4706503,020	375,197
D4_148	540463,042	4706505,080	378,305
D4_149	540462,613	4706505,962	373,754
D4_319	540461,945	4706508,260	377,019
D4_320	540462,618	4706506,194	375,163
D4_321	540461,971	4706508,040	373,663
D4_322	540461,214	4706510,199	375,223
D4_332	540460,609	4706500,881	376,937
D4_333	540484,555	4706499,300	373,337
D4_334	540481,934	4706498,752	374,841
D4_335	540486,644	4706499,759	375,050
D4_344	540482,456	4706488,415	376,716
D4_500	540462,710	4706505,398	378,224
D4_839	540479,291	4706497,557	380,224
D4_840	540482,190	4706496,425	380,671
D4_841	540480,675	4706496,932	378,283
D10_01	540453,649	4706500,975	372,268
D10_02	540455,850	4706492,669	372,581
D10_03	540464,310	4706496,746	372,892
D10_04	540465,215	4706504,828	372,656
D10_05	540474,653	4706509,400	372,673
D10_06	540460,001	4706485,052	373,044
D10_07	540467,408	4706482,260	372,721
D10_08	540478,178	4706484,564	373,748
D10_09	540476,822	4706491,522	372,875
D10_10	540481,349	4706484,132	373,606
D10_11	540488,409	4706481,867	373,671
D10_12	540459,672	4706511,168	373,009
D10_13	540485,145	4706508,589	373,326
D10_14	540495,957	4706497,126	373,876
D10_15	540486,102	4706498,238	376,068



La distribución de las bases que se obtuvieron con los métodos estáticos y que distribuyen a ambos lados del cauce corresponde a la siguiente imagen.



Fig. II-1.- Distribución de las bases principales de la red topográfica.

A continuación se presentan las reseñas correspondientes a estas bases.



 <p>www.ldgp.es</p>	<h2>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</h2>	
--	--	---



FECHA: 14/02/2017	ESTACIÓN: <b>BASE-1</b>	MUNICIPIO: Laguardia (Álava)	
RESEÑA LITERAL:  Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Insertado en una roca que forma el borde del camino.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,999620
		X = 540512,158	
		Y = 4706413,889	
		Z (nivel del mar) = 378,320	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



 <p>www.ldgp.es</p>	<h2>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</h2>	
--	--	---



FECHA: 14/02/2017	ESTACIÓN: <b>BASE-2</b>	MUNICIPIO: Logroño (La Rioja)	
<b>RESEÑA LITERAL:</b>  Clavo sobre piedra en el borde del talud. Descendiendo desde el panel informativo a unos 10 metros del borde del camino. Situado en un afloramiento rocoso.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,999620
		X = 540392,597	
		Y = 4706491,866	
		Z (nivel del mar) = 392,022	

FOTOGRAFIAS (general):



CROQUIS:



	<h2>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</h2>	
---	--	---



FECHA: 14/02/2017	ESTACIÓN: <b>BASE-3</b>	MUNICIPIO: Logroño (La Rioja)	
RESEÑA LITERAL:  Clavo sobre piedra en el estribo del puente, situado cerca del borde aguas abajo.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,999620
		X = 540412,483	
		Y = 4706525,073	
		Z (nivel del mar) = 387,563	

FOTOGRAFIAS (general):



CROQUIS:



	<h2>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</h2>	
---	--	---



FECHA: 14/02/2017	ESTACIÓN: <b>BASE-4</b>	MUNICIPIO: Laguardia (Álava)	
<b>RESEÑA LITERAL:</b>  Tornillo hexagonal sujeto con adhesivo de dos componentes en una grieta de una piedra redondeada situada junto a la senda que queda por debajo del talud del camino rural en el lecho del río.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,999620
		X = 540535,677	
		Y = 4706487,268	
		Z (nivel del mar) = 375,150	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



	<h2>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</h2>	
---	--	---

FECHA: 14/02/2017	ESTACIÓN: <b>BASE-5</b>	MUNICIPIO: Laguardia (Álava)	
<b>RESEÑA LITERAL:</b>  Clavo con arandela situado junto al borde del estribo de hormigón, aproximadamente a un metro del vértice.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,999620
		X = 540486,713	
		Y = 4706498,290	
		Z (nivel del mar) = 376,001	



Por su parte, los clavos distribuidos alrededor del arco de de la margen izquierda y en las paredes del mismo se muestran en la siguiente imagen.

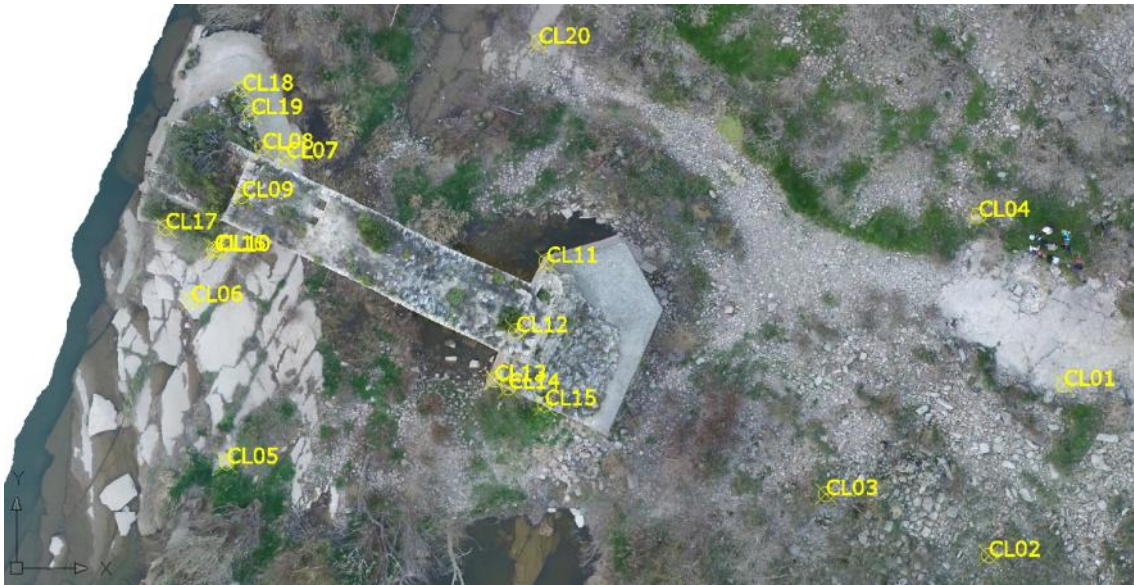


Fig. II-2.- Distribución de los clavos de referencia.

Para facilitar la localización de los clavos situados en los muros se puede recurrir al modelo con el dibujo alámbrico.

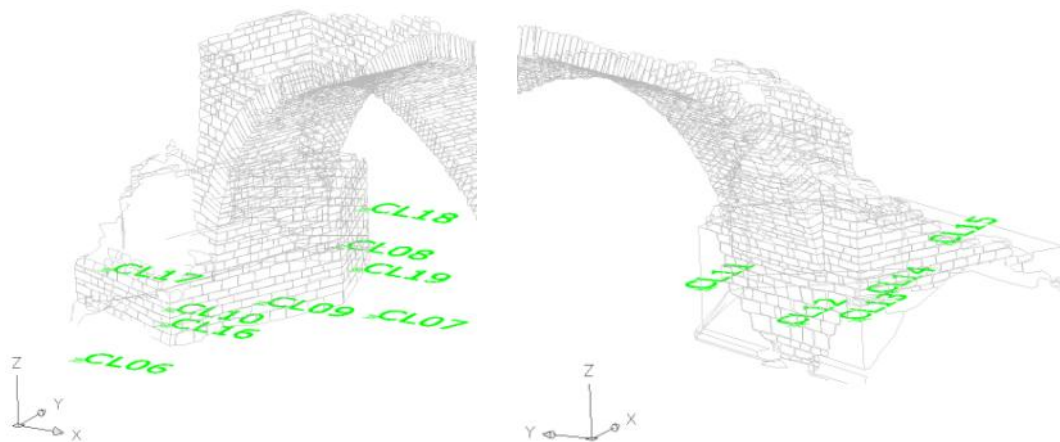


Fig. II-3.- Distribución de los clavos de referencia sobre el dibujo de líneas con el despiece del arco.

La localización de las dianas también puede consultarse en el fichero CAD, la siguiente imagen muestra las dianas de 10x10 centímetros.

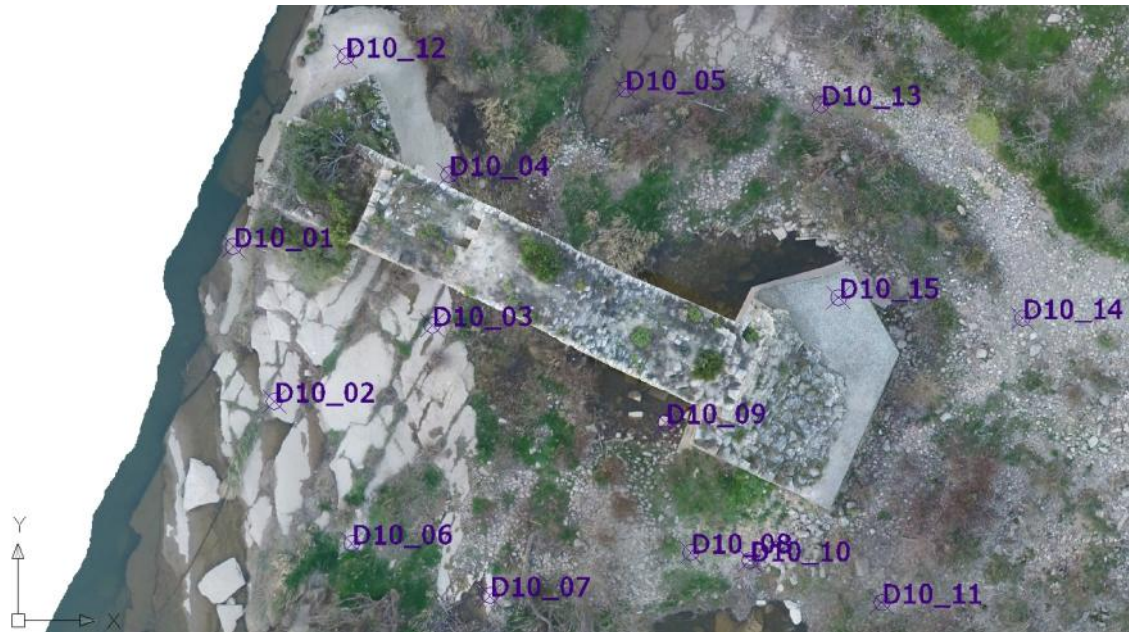


Fig. II-4.- Distribución de las dianas de 10 x 10 cm.

Igualmente, para las dianas de 4x4 cm que forman el apoyo sobre los muros puede consultarse su ubicación sobre el modelo de líneas del arco, tal como se presenta en la siguiente secuencia de imágenes.

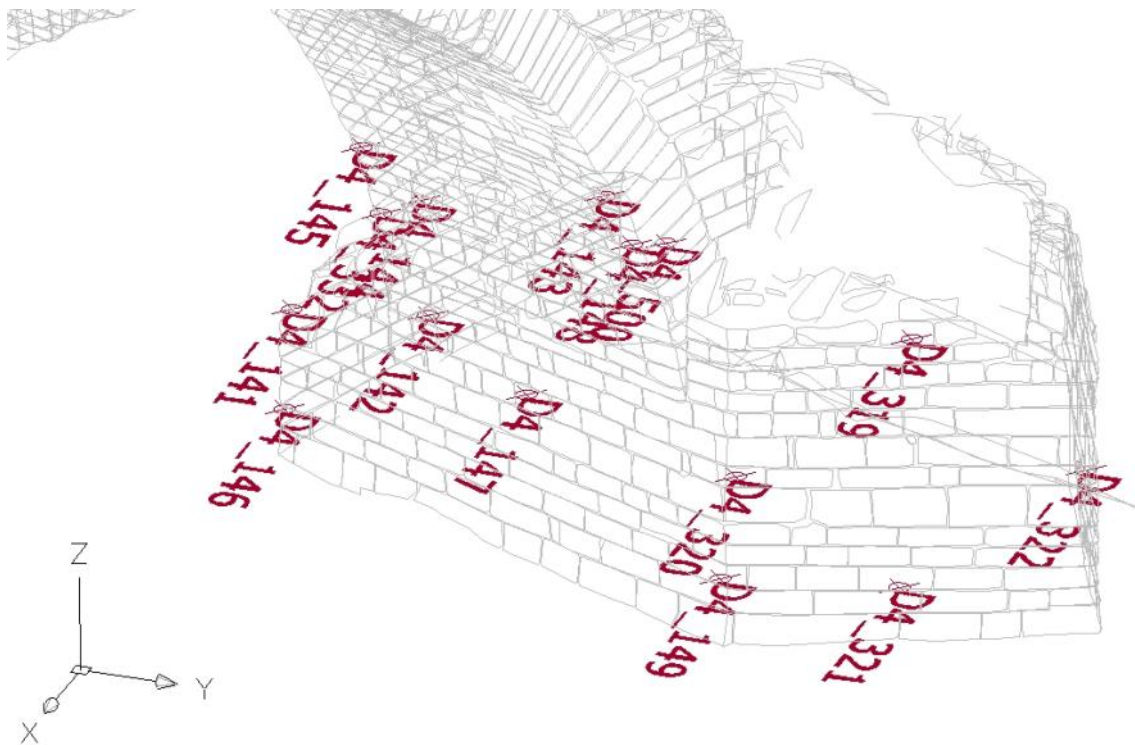


Fig. II-5.- Dianas de 4x4 cm, vista (desde el este) del tajamar junto al río.

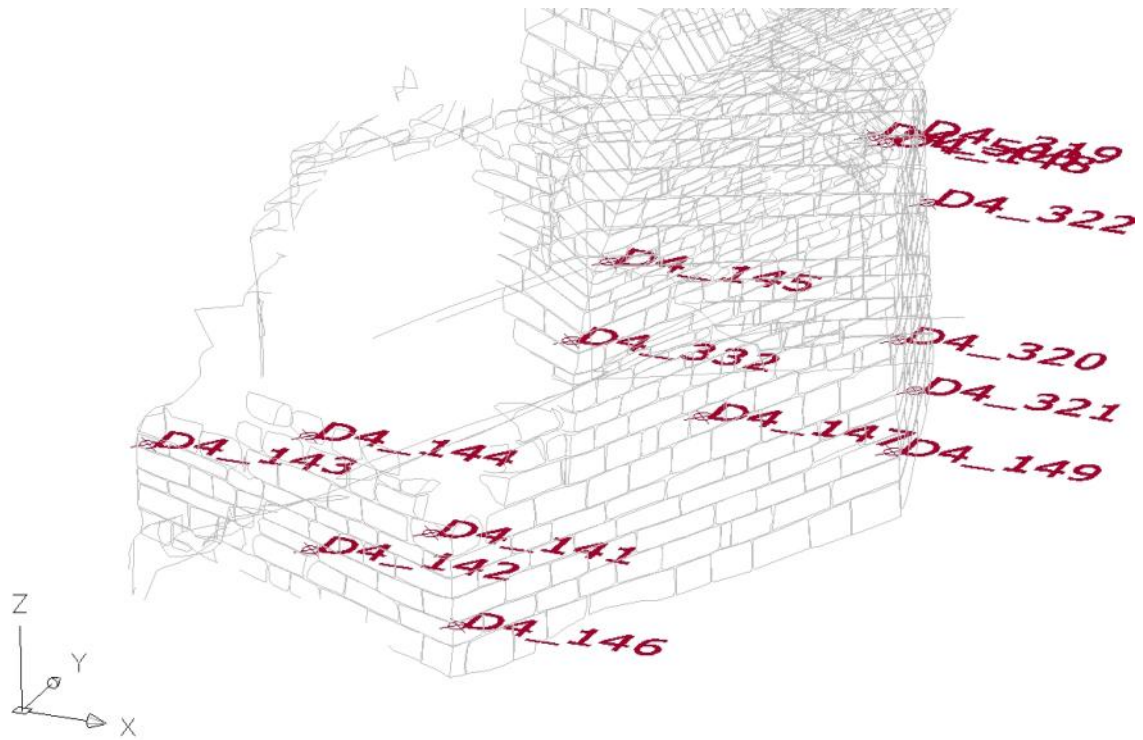


Fig. II-6.- Dianas de 4x4 cm, vista (desde el este) del espolón junto al río.

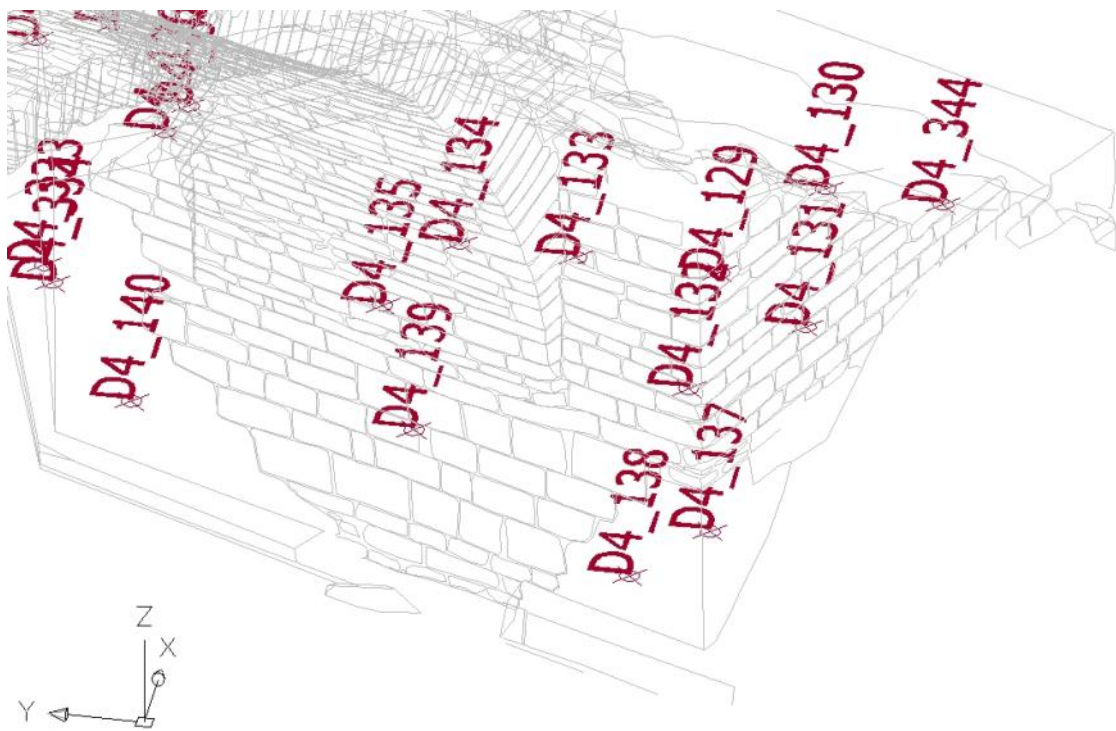


Fig. II-7.- Dianas de 4x4 cm, vista del espolón este.



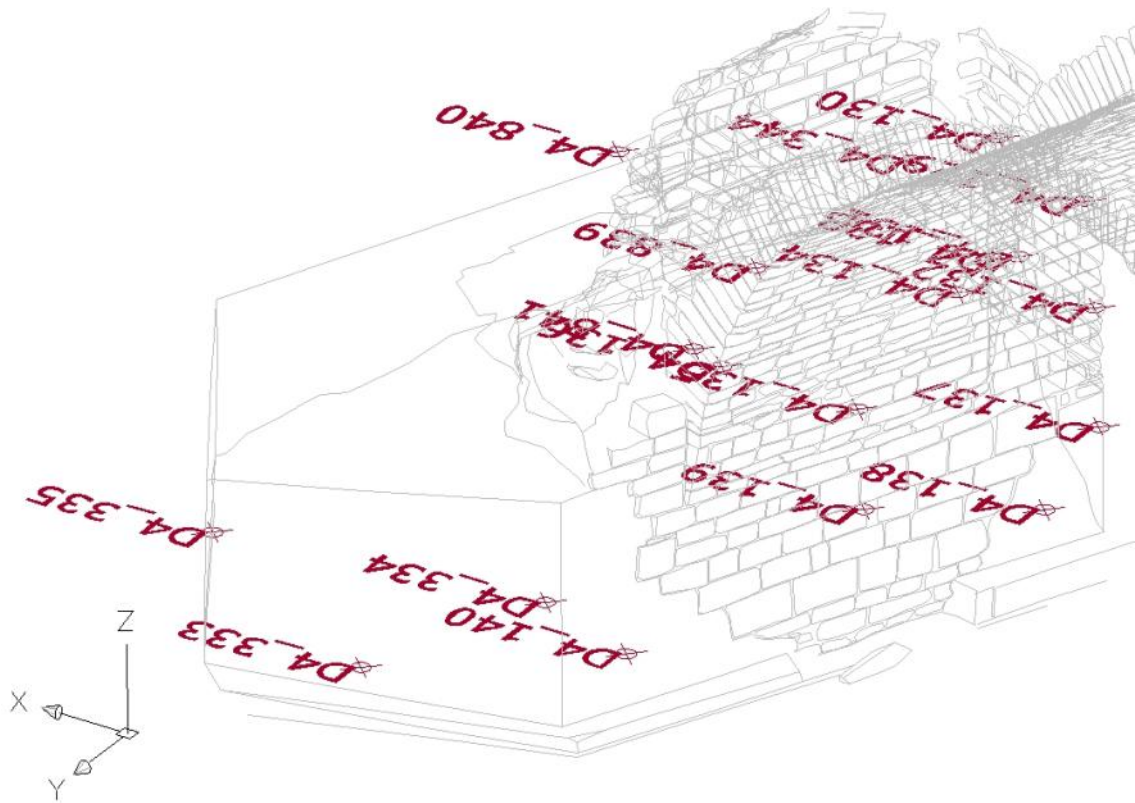


Fig. II-8.- Dianas de 4x4 cm, vista del tajamar este.

**PLANOS**

**Planos**

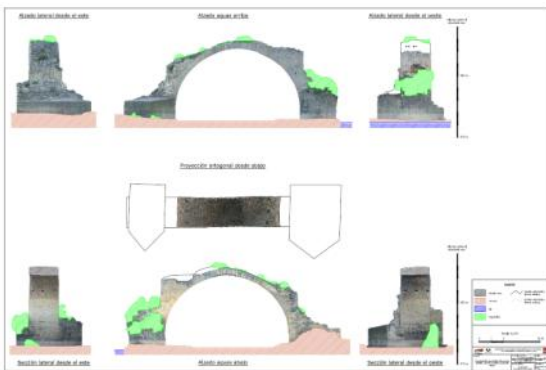
Se ha generado una colección de planos en formato A1 (escala 1:100) y otra en formato A3 (escala 1:250). La siguiente lista muestra las salidas generadas.



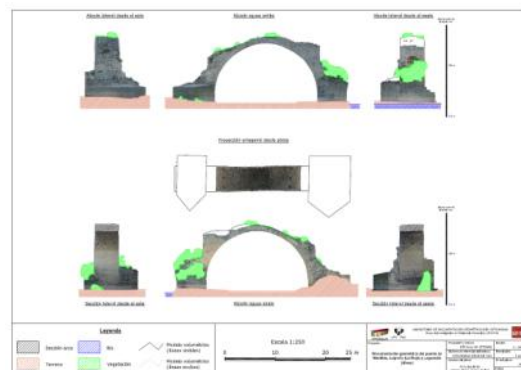
01.- Planta (1:100)



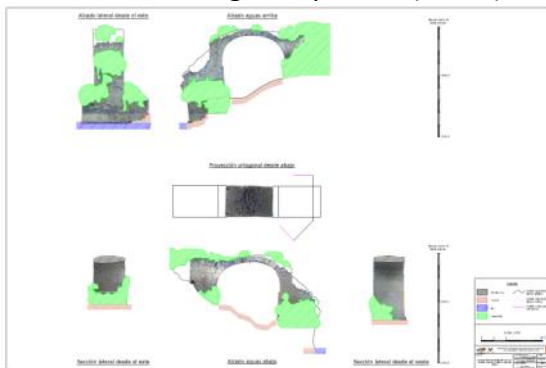
01b.- Planta (1:250)



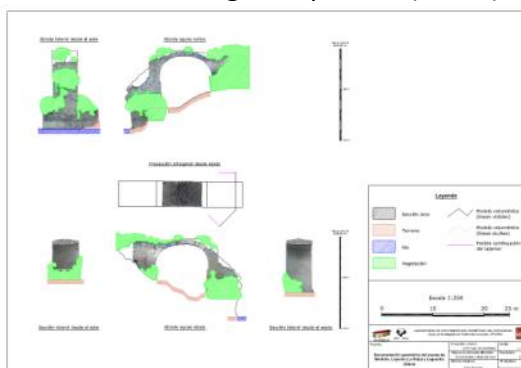
02.- Arco margen izquierda (1:100)



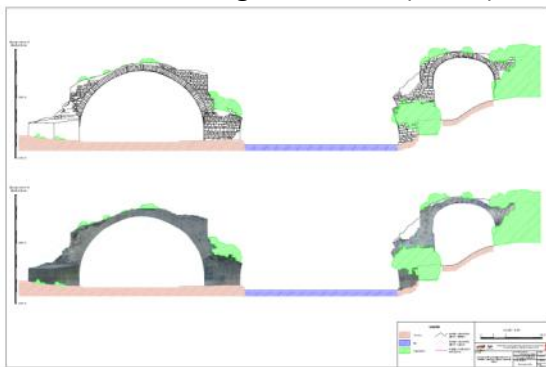
02b.- Arco margen izquierda (1:250)



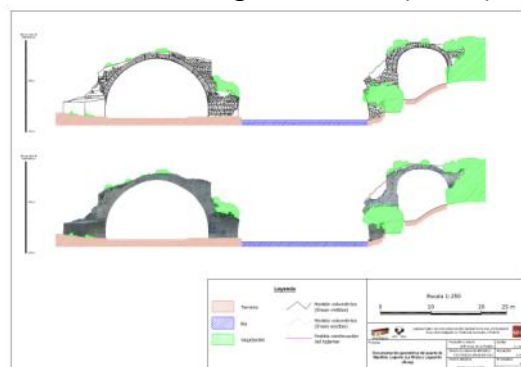
03.- Arco margen derecha (1:100)



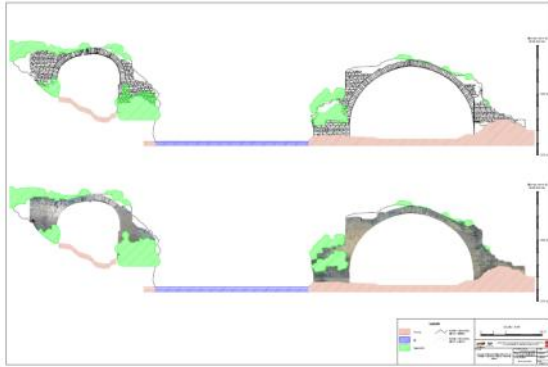
03b.- Arco margen derecha (1:250)



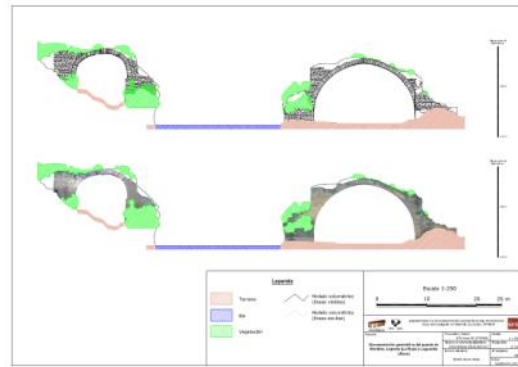
04.- Alzado aguas arriba (1:100)



04b.- Alzado aguas arriba (1:250)



05.- Alzado aguas abajo (1:100)



05b.- Alzado aguas abajo (1:250)

540.410  
4.706.530

540.490  
4.706.530



Río Ebro



540.410  
4.706.490

540.490  
4.706.490

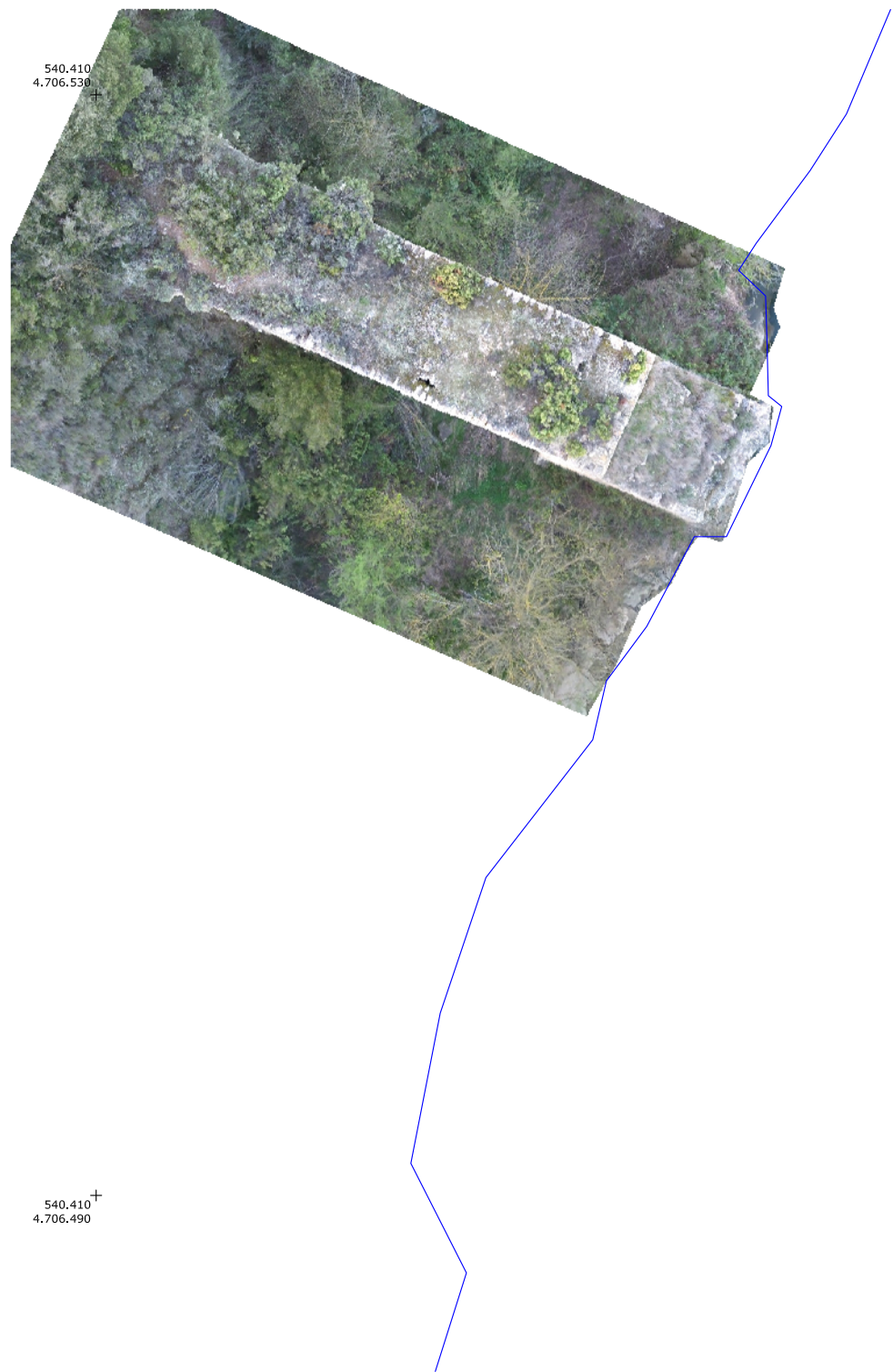
Escala 1:100

0 1 2 10 m

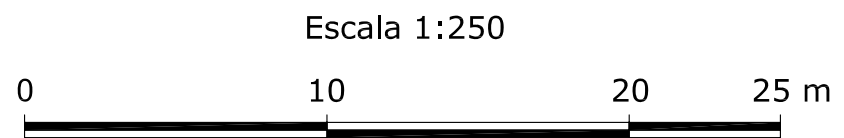
LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido UPV-EHU

Proycción y Datum: UTM huso 30 (ETRS89)  
Sistema de referencia altimétrico: Ortométricas (nivel del mar)  
Nombre del plano: Planta de los dos arcos que permanecen en pie

Escala: 1 : 100  
Revisión: 2 cm  
Nº del plano: 1  
Fecha: Septiembre 2017



Río Ebro



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU



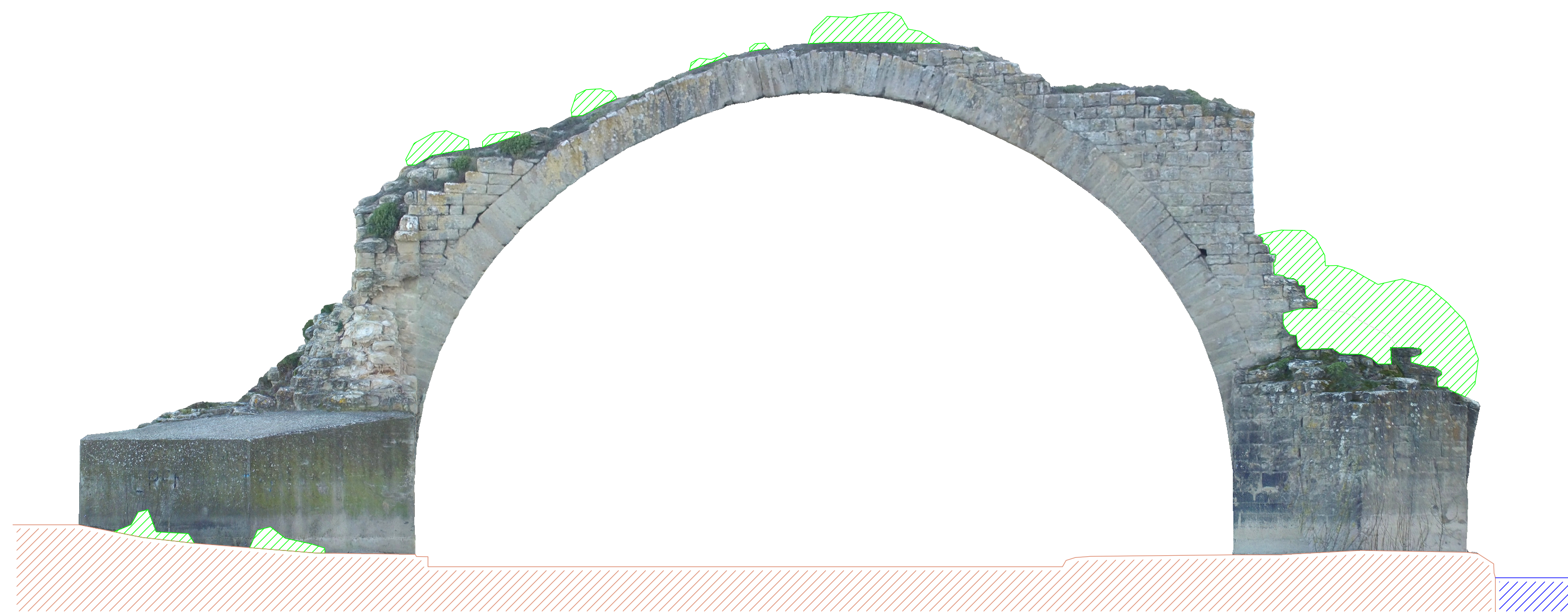
Proyecto:  
**Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)**

Proyección y Datum: UTM huso 30 (ETRS89)	Escala: 1 : 250
Sistema de referencia altimétrico: Ortométricas (nivel del mar)	Resolución: 2 cm
Nombre del plano: Planta de los dos arcos que permanecen en pie	Nº del plano: 1-B
	Fecha: Septiembre 2017

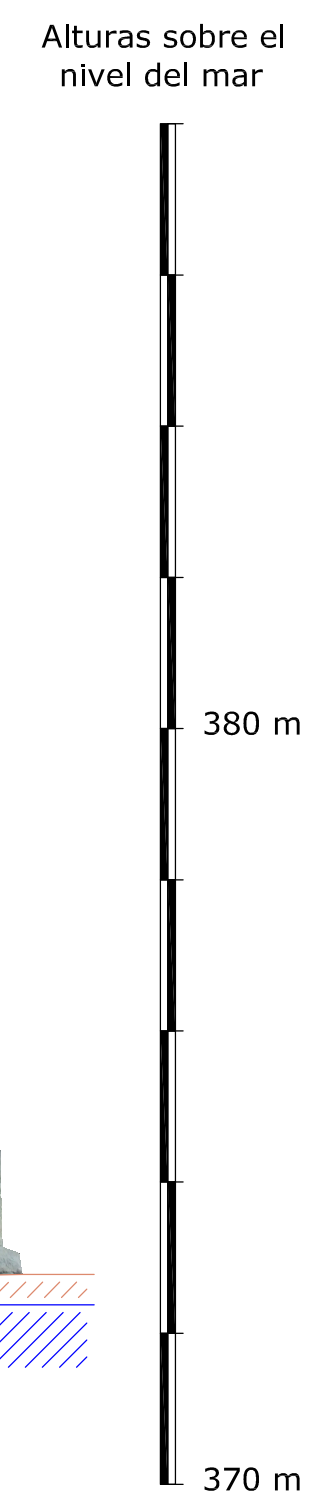
Alzado lateral desde el este



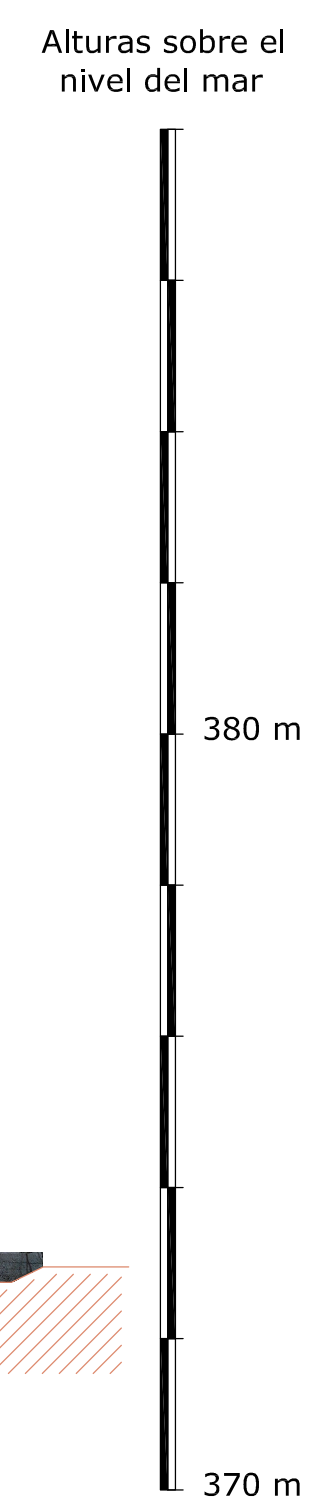
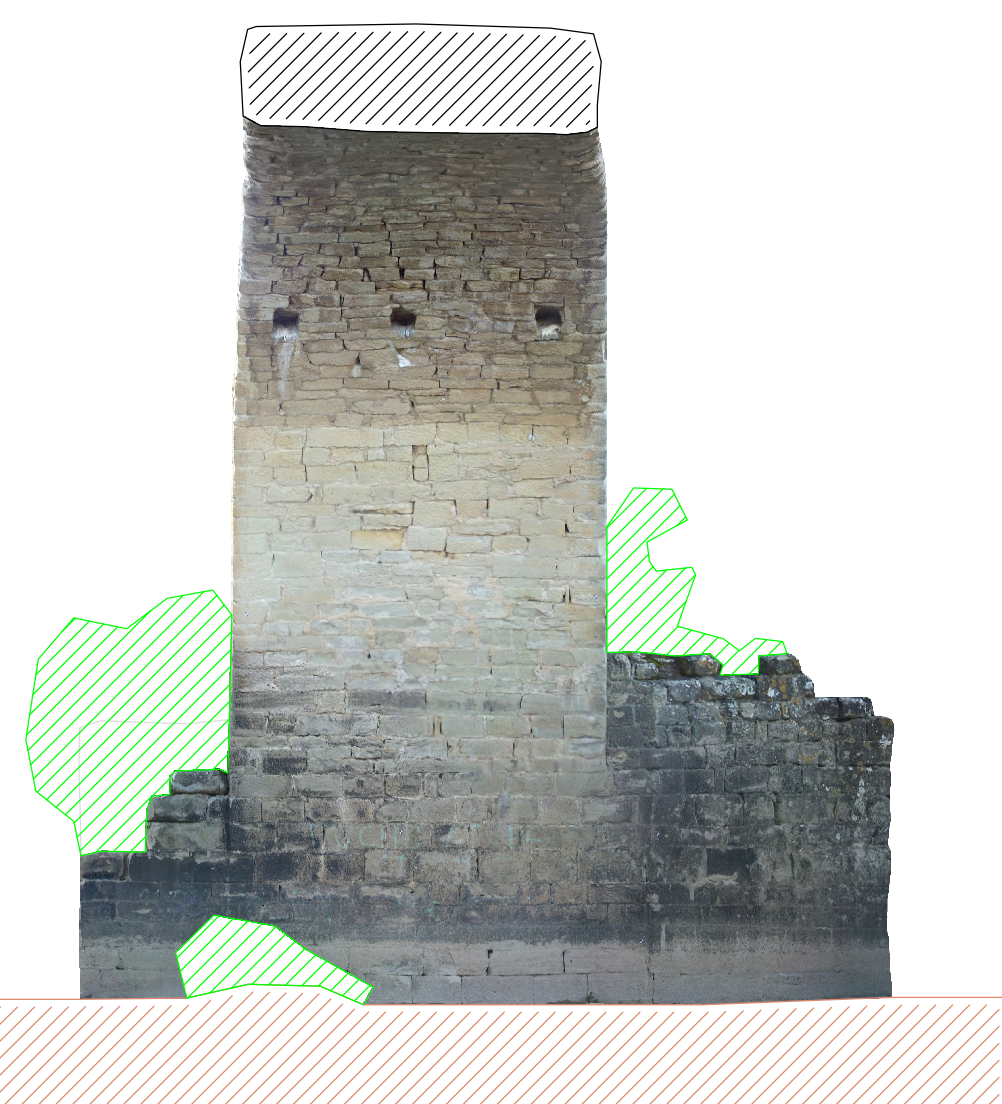
Alzado aguas arriba



Alzado lateral desde el oeste



Proyección ortogonal desde abajo



Sección lateral desde el este

Alzado aguas abajo

Sección lateral desde el oeste

**Legenda**

- Sección arco
- Terreno
- Río
- Vegetación
- Modelo volumétrico (líneas visibles)
- Modelo volumétrico (líneas ocultas)

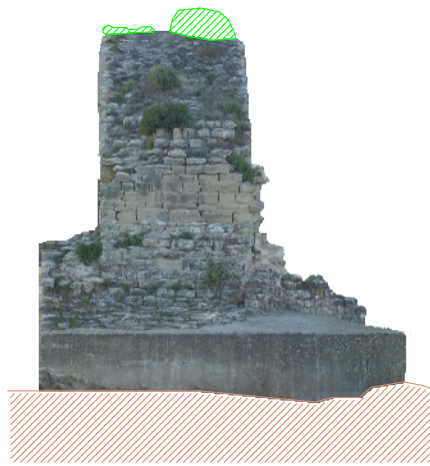
Escala 1:100

0 1 2 10 m

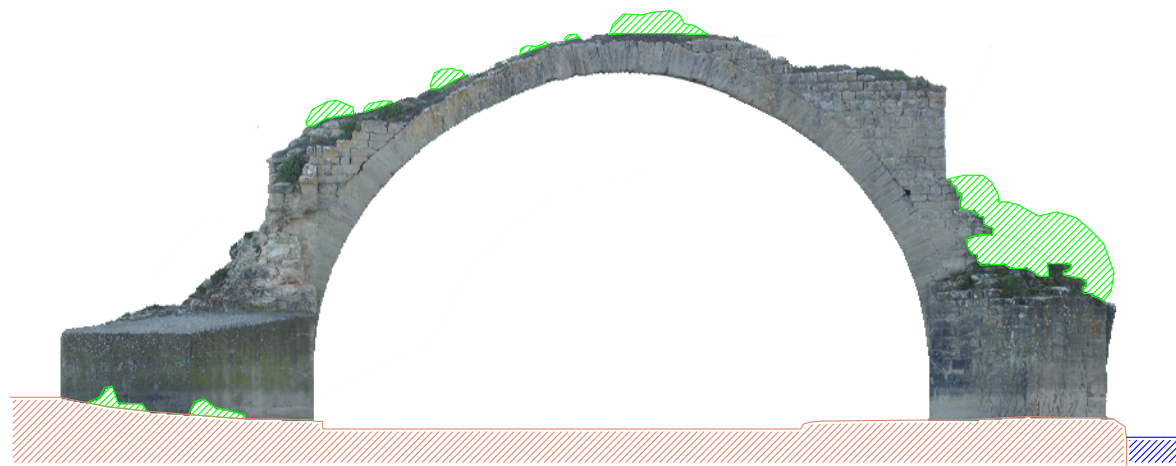
Proyecto: LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU

Proyección y Datum: UTM huso 30 (ETRS89)	Escala: 1 : 100
Sistema de referencia alimétrico: Ortométricas (nivel del mar)	Resolución: 5 mm
Nombre del plano: Arco Izquierdo (sobre alzado aguas arriba)	Nº del plano: 2
	Fecha: Septiembre 2017

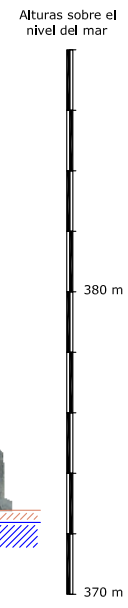
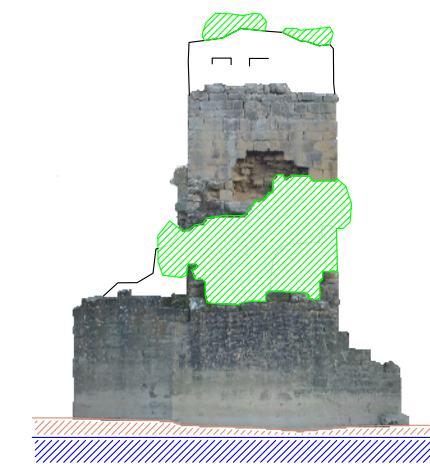
Alzado lateral desde el este



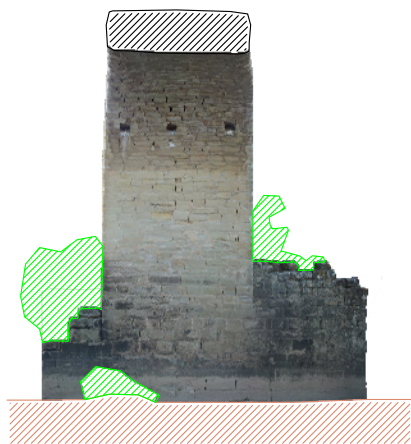
Alzado aguas arriba



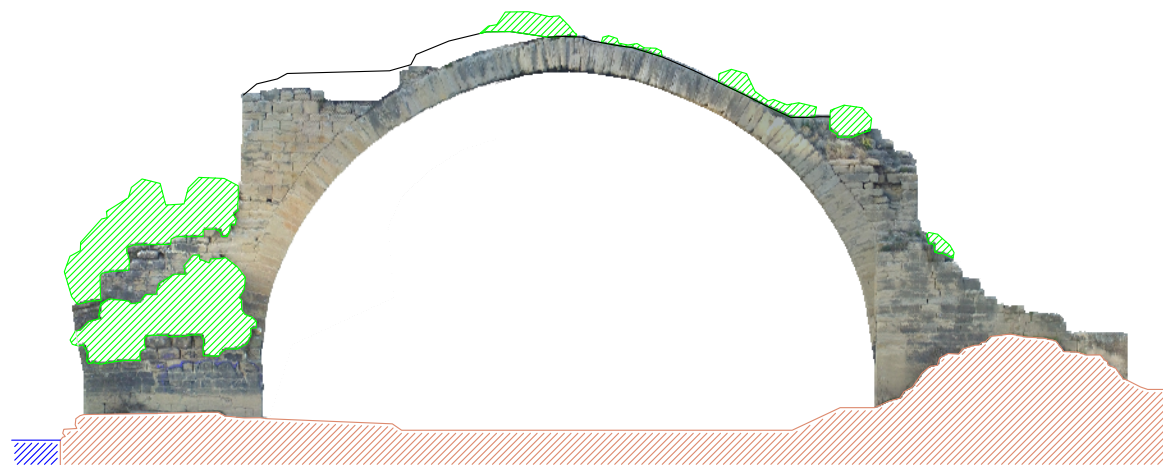
Alzado lateral desde el oeste



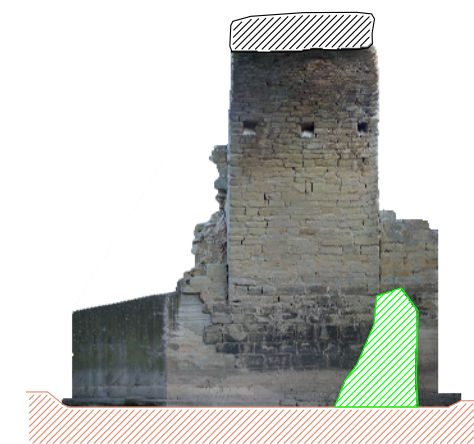
Proyección ortogonal desde abajo



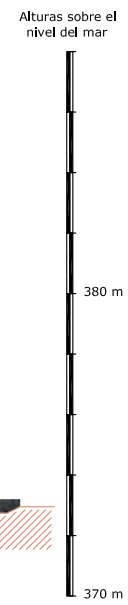
Sección lateral desde el este




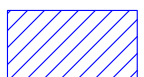
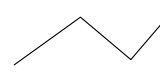

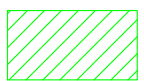

Alzado aguas abajo



Sección lateral desde el oeste



**Leyenda**

-  Sección arco
-  Río
-  Modelo volumétrico (líneas visibles)
-  Terreno
-  Vegetación
-  Modelo volumétrico (líneas ocultas)

Escala 1:250



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU



Proyecto:  
**Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)**

Proyección y Datum:  
UTM huso 30 (ETRS89)

Escala:  
1 : 250

Sistema de referencia alimétrico:  
Ortométricas (nivel del mar)

Resolución:  
5 mm

Nombre del plano:  
Arco izquierdo (sobre alzado aguas arriba)

Nº del plano:  
2-B

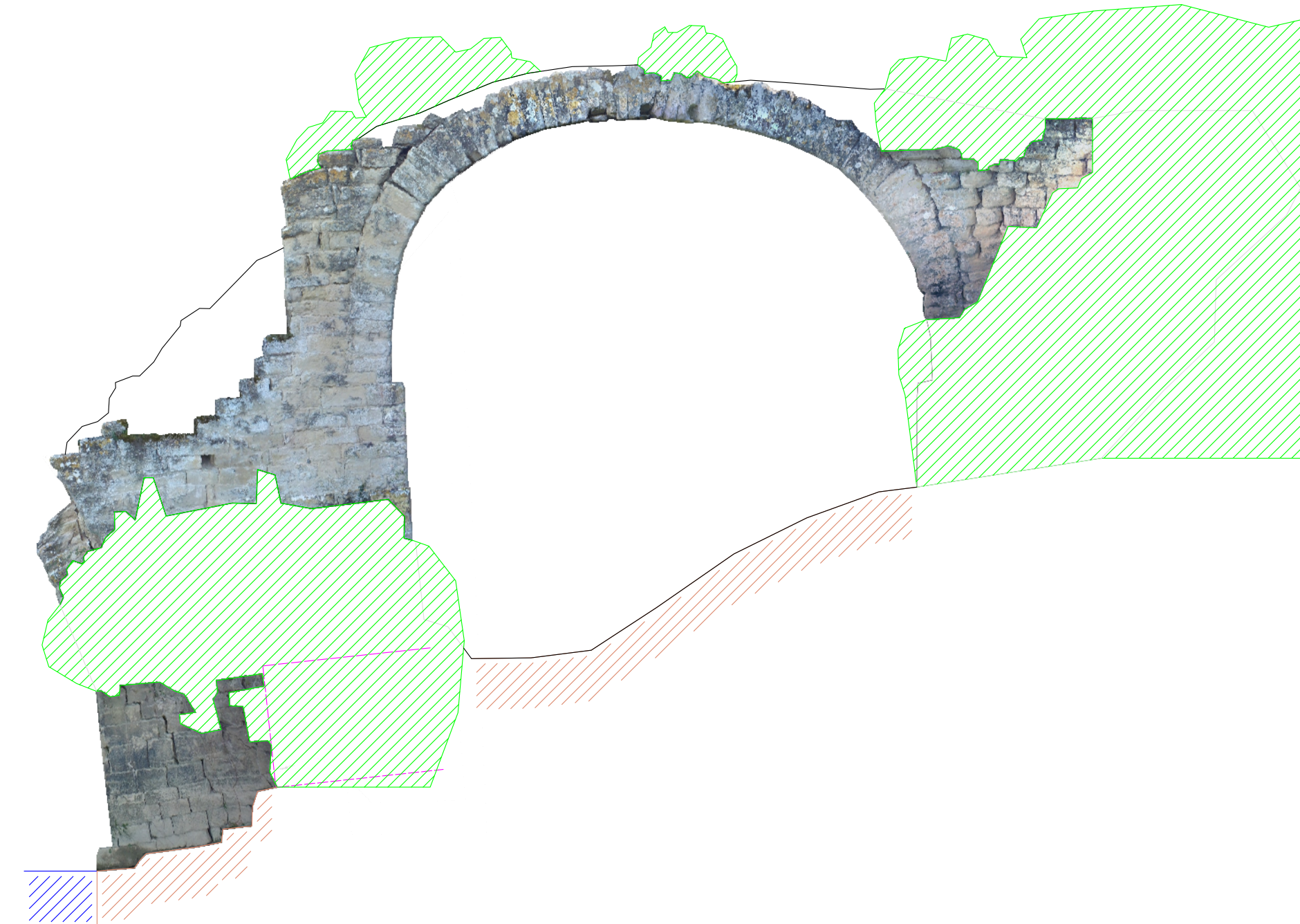
Fecha:  
Septiembre 2017



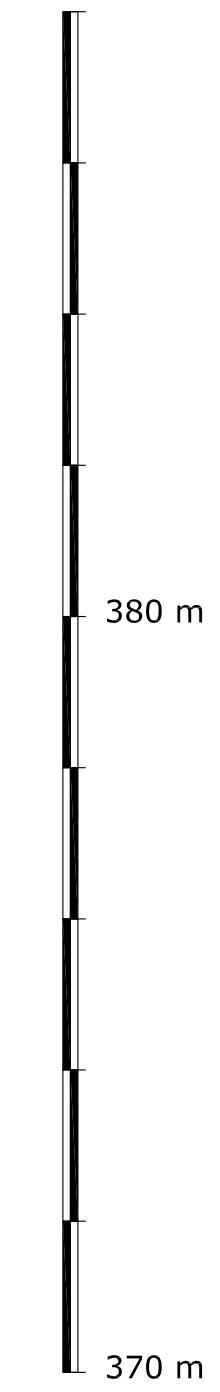
Alzado lateral desde el este



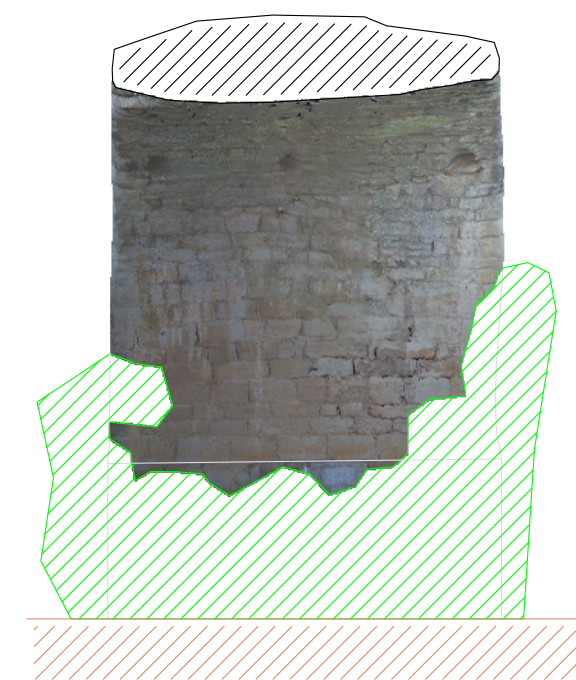
Alzado aguas arriba



Alturas sobre el nivel del mar



Proyección ortogonal desde abajo

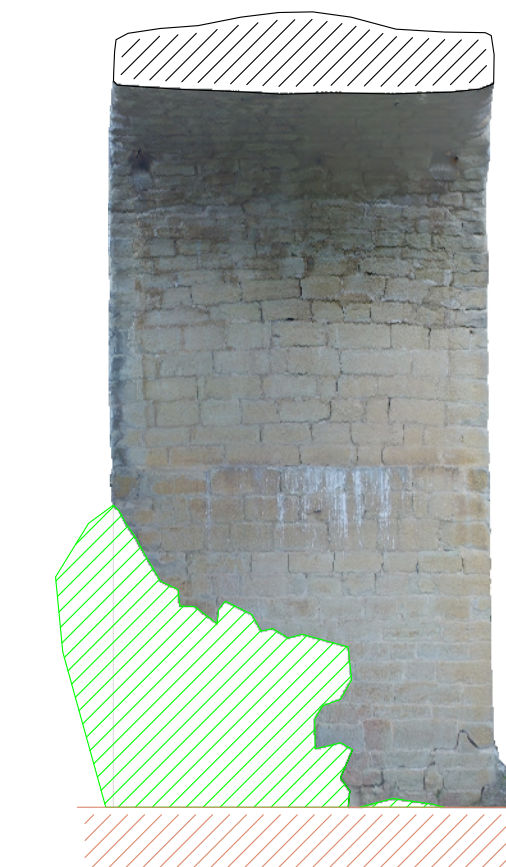
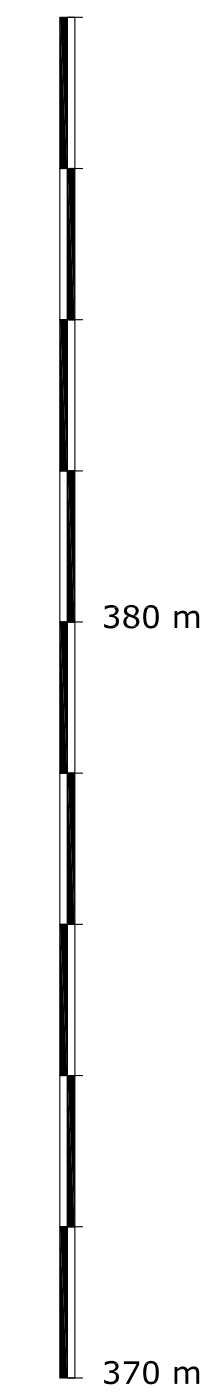


Sección lateral desde el este



Alzado aguas abajo

Alturas sobre el nivel del mar



Sección lateral desde el oeste

**Leyenda**

- Sección arco
- Terreno
- Río
- Vegetación
- Modelo volumétrico (líneas visibles)
- Modelo volumétrico (líneas ocultas)
- Posible continuación del tajamar

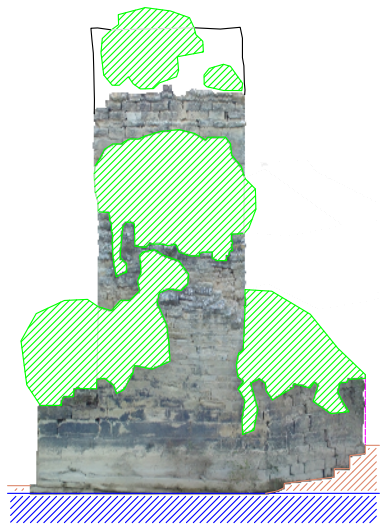
Escala 1:100

0 1 2 10 m

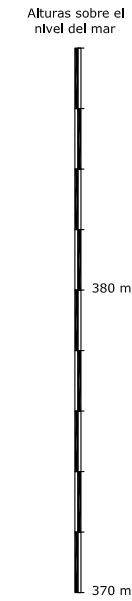
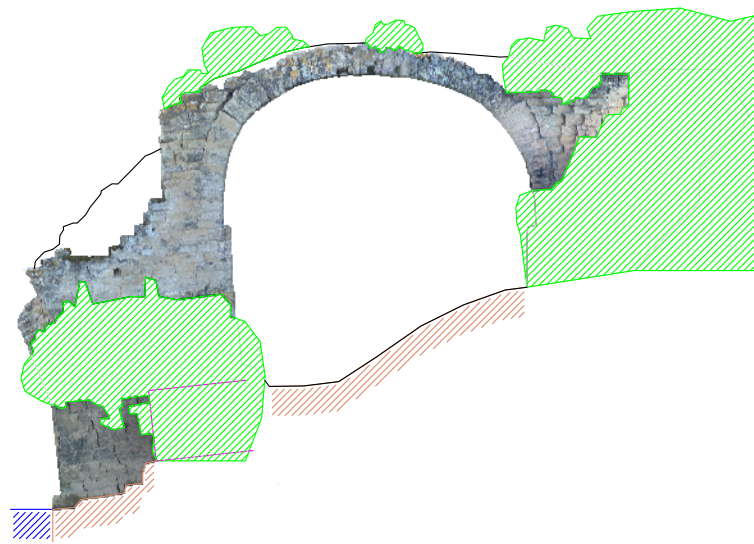
Proyecto: LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido: UPV-EHU

Proyección y Datum:	UTM huso 30 (ETRS89)	Escala:	1 : 100
Sistema de referencia altimétrico:	Ortométricas (nivel del mar)	Reducción:	5 mm
Nombre del plano:	Arco derecho (sobre alzado aguas arriba)	Nº del plano:	3
		Fecha:	Septiembre 2017

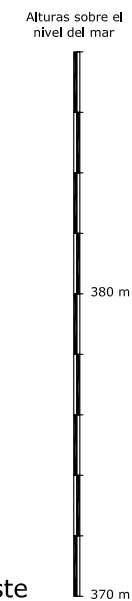
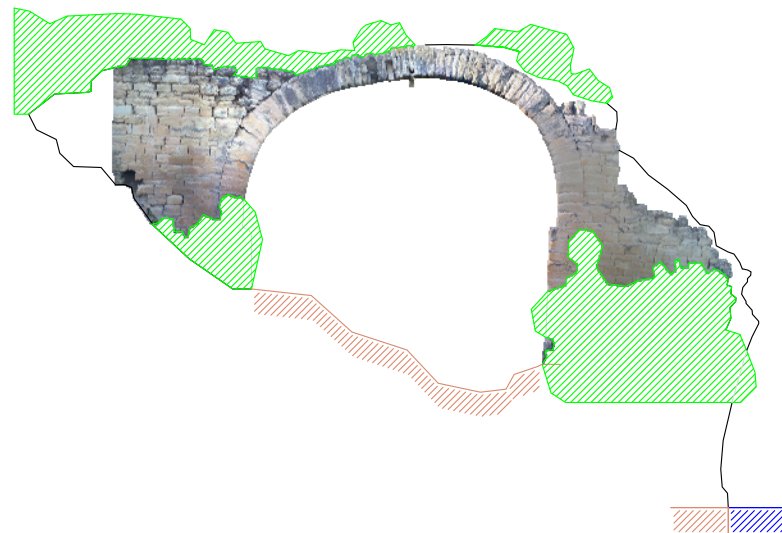
Alzado lateral desde el este



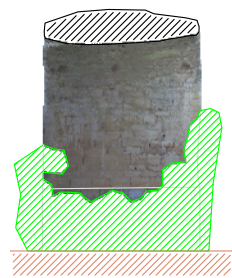
Alzado aguas arriba



Proyección ortogonal desde abajo



Sección lateral desde el este



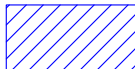
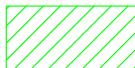
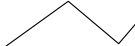




Alzado aguas abajo

Sección lateral desde el oeste



**Leyenda**

-  Sección arco
-  Terreno
-  Río
-  Vegetación
-  Modelo volumétrico (líneas visibles)
-  Modelo volumétrico (líneas ocultas)
-  Posible continuación del tajamar

Escala 1:250

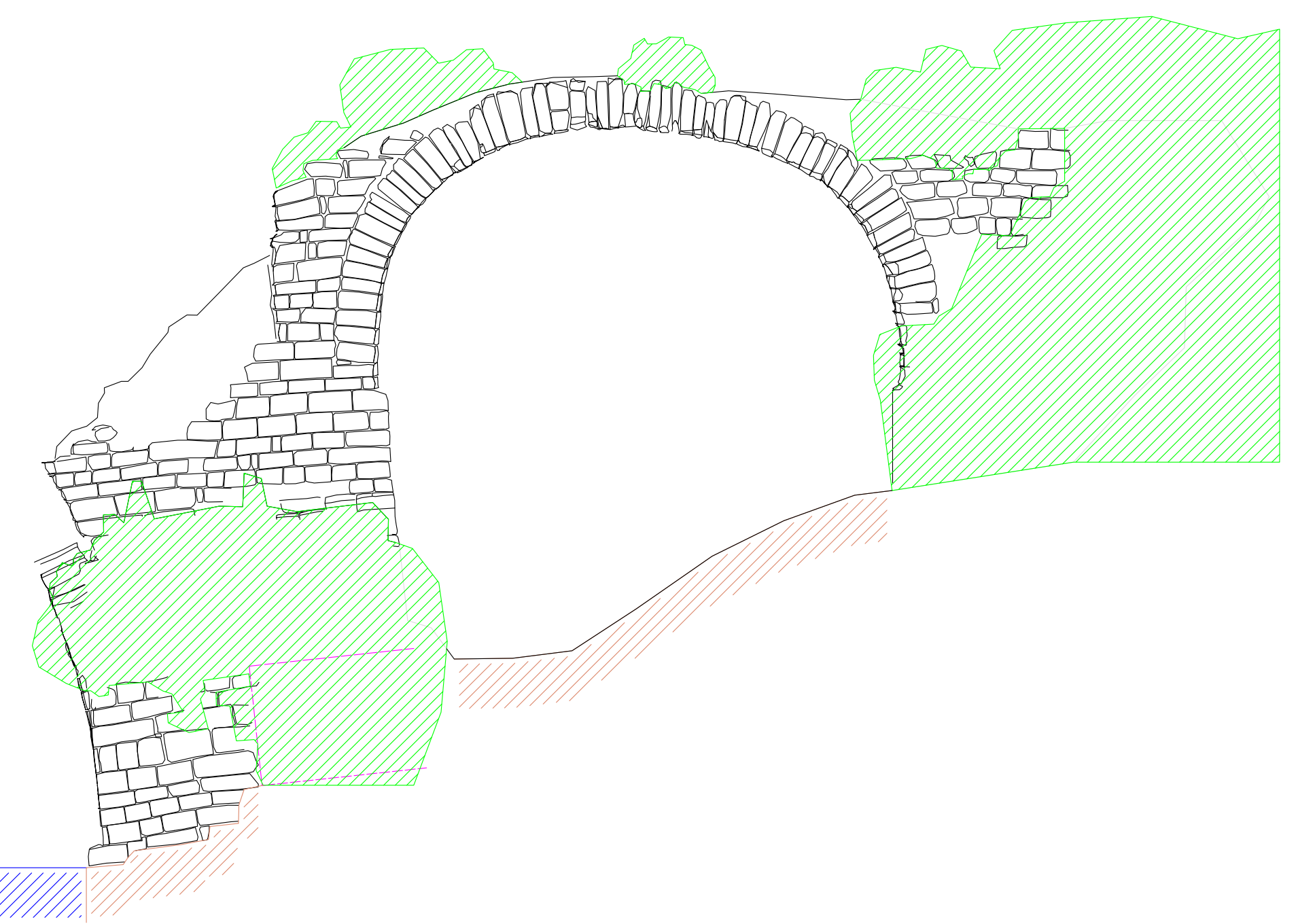
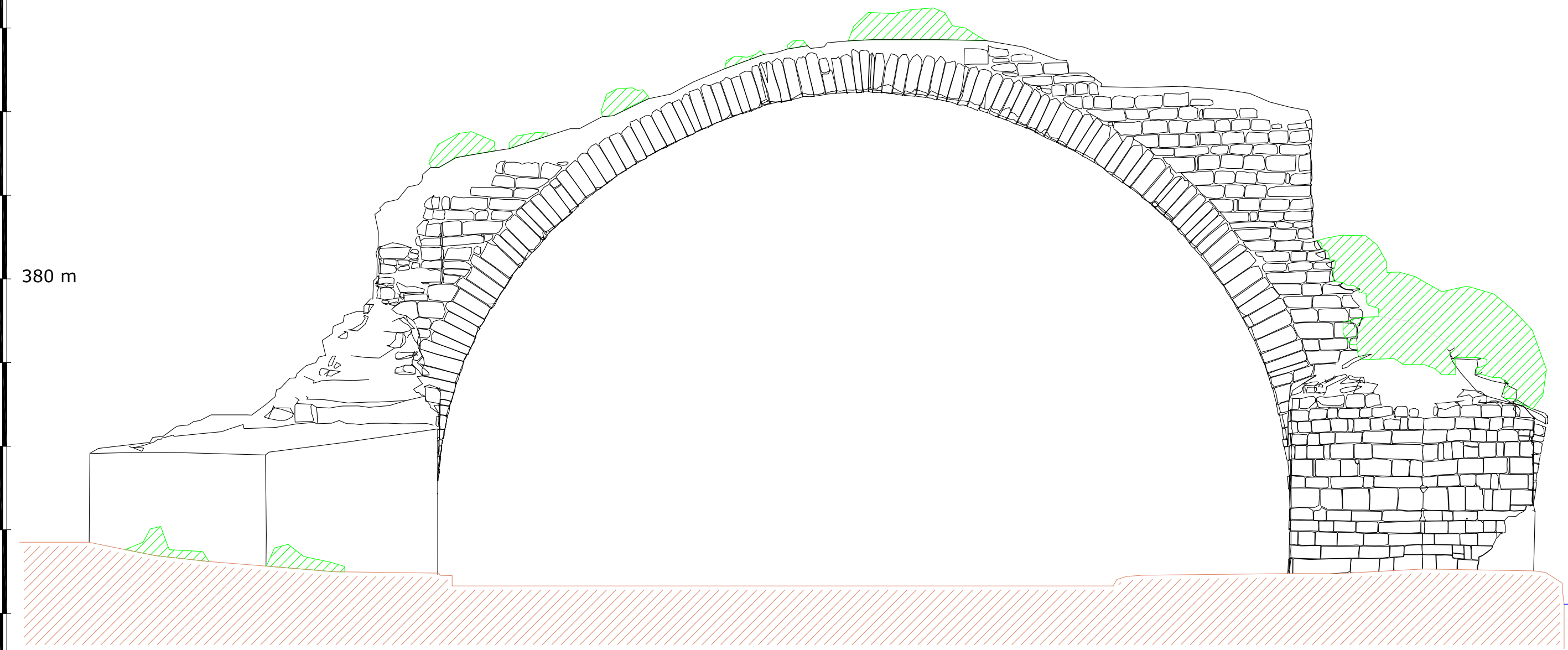
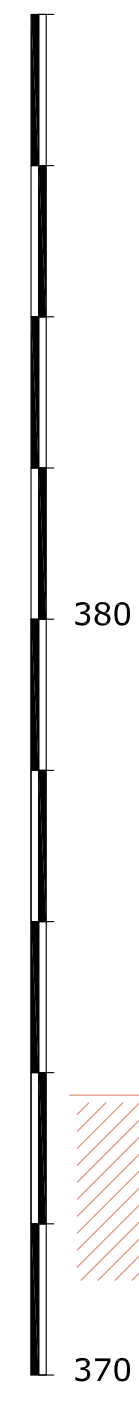


LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU

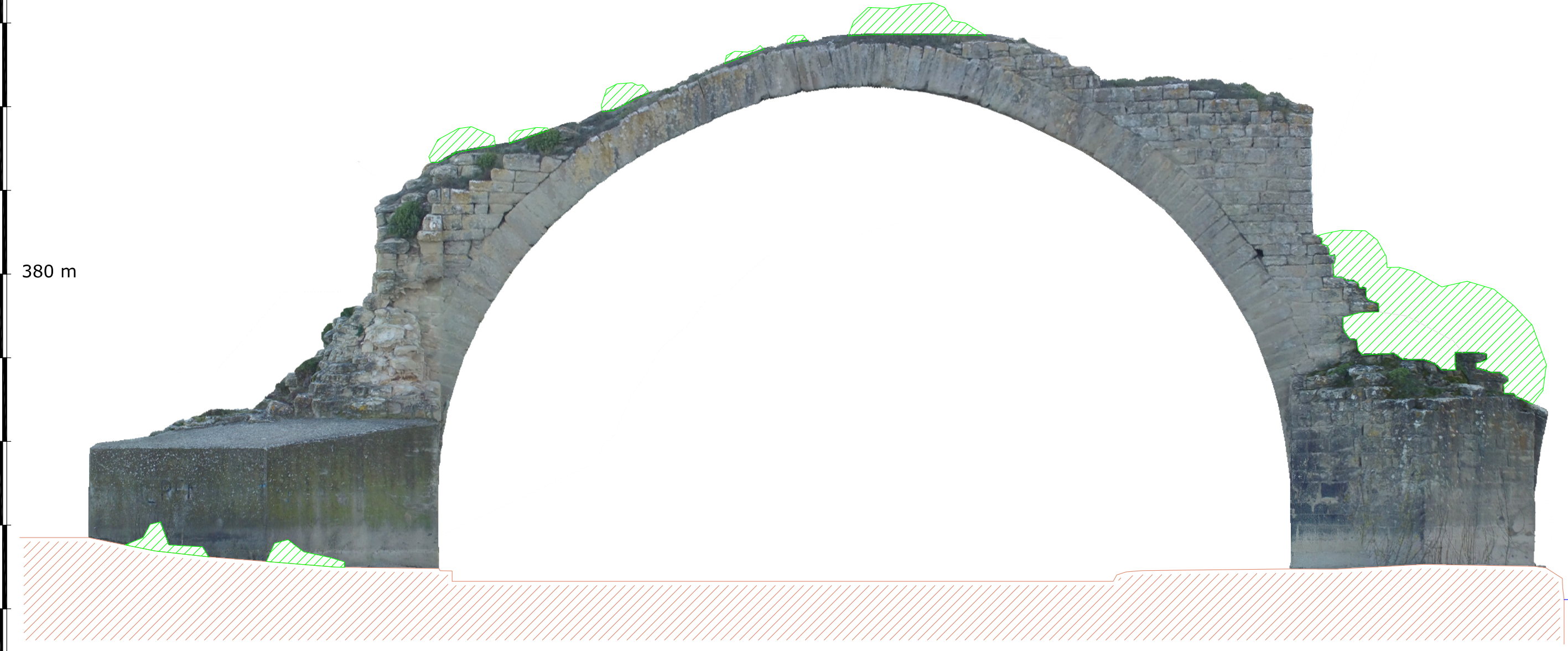
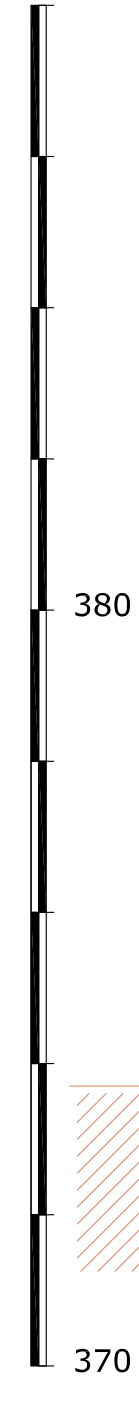


Proyecto:  <b>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</b>	Proyección y Datum: UTM huso 30 (ETRS89)	Escala: 1 : 250
	Sistema de referencia alimétrico: Ortométricas (nivel del mar)	Resolución: 5 mm
	Nombre del plano: Arco derecho (sobre alzado aguas arriba)	Nº del plano: 3-B
		Fecha: Septiembre 2017

Alturas sobre el nivel del mar



Alturas sobre el nivel del mar

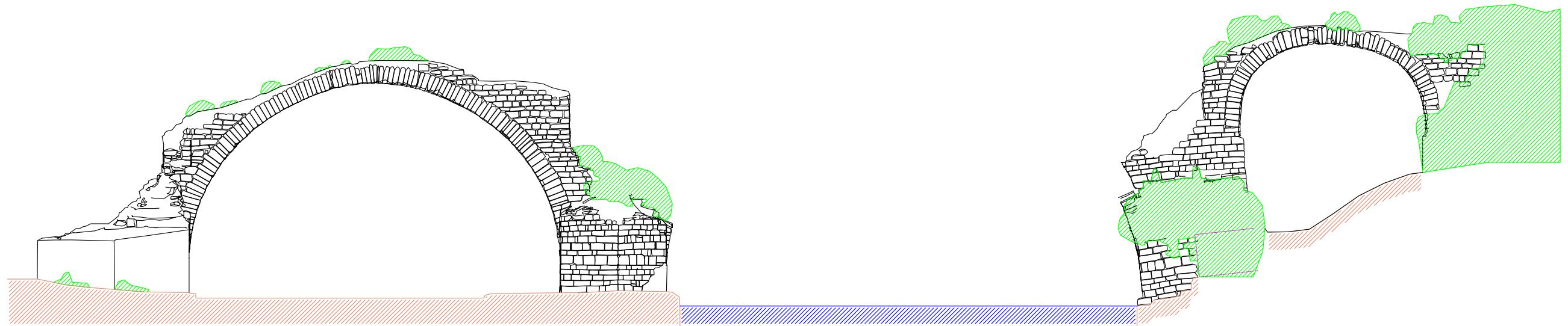
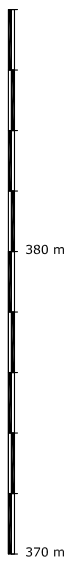


Leyenda		Escala 1:100	
	Terreno		0 1 2 10 m
	Río		Modelo volumétrico (líneas visibles)
	Vegetación		Modelo volumétrico (líneas ocultas)
			Possible continuación del tajamar

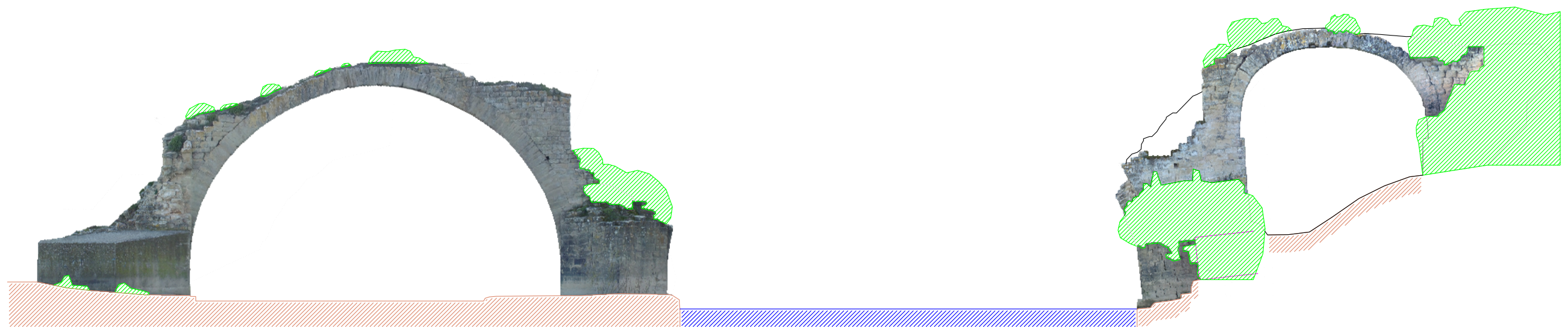
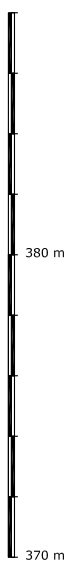
  

		LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU	
Proyecto: www.kisp.es	Proyección y Datum: UTM huso 30 (ETRS89)	Escala: 1 : 100	Resolución: 5 mm
Documento: Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)	Sistema de referencia altimétrico: Ortométricas (nivel del mar)	Nombre del plano: Alzado aguas arriba	Nº del plano: 4
		Fecha: Septiembre 2017	

Alturas sobre el nivel del mar



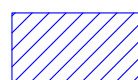
Alturas sobre el nivel del mar



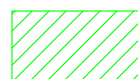
### Leyenda



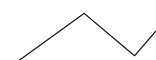
Terreno



Río



Vegetación



Modelo volumétrico  
(líneas visibles)



Modelo volumétrico  
(líneas ocultas)



Posible continuación  
del tajamar

Escala 1:250



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU



Proyecto:  
**Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)**

Proyección y Datum:  
UTM huso 30 (ETRS89)

Escala:  
1 : 250

Sistema de referencia altimétrico:  
Ortométricas (nivel del mar)

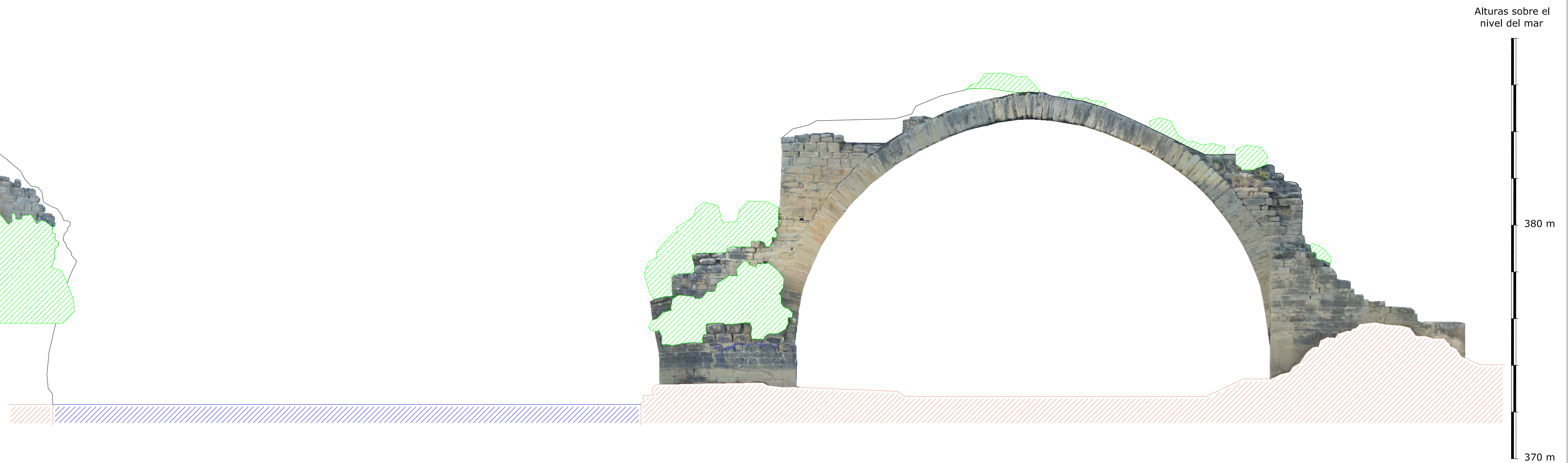
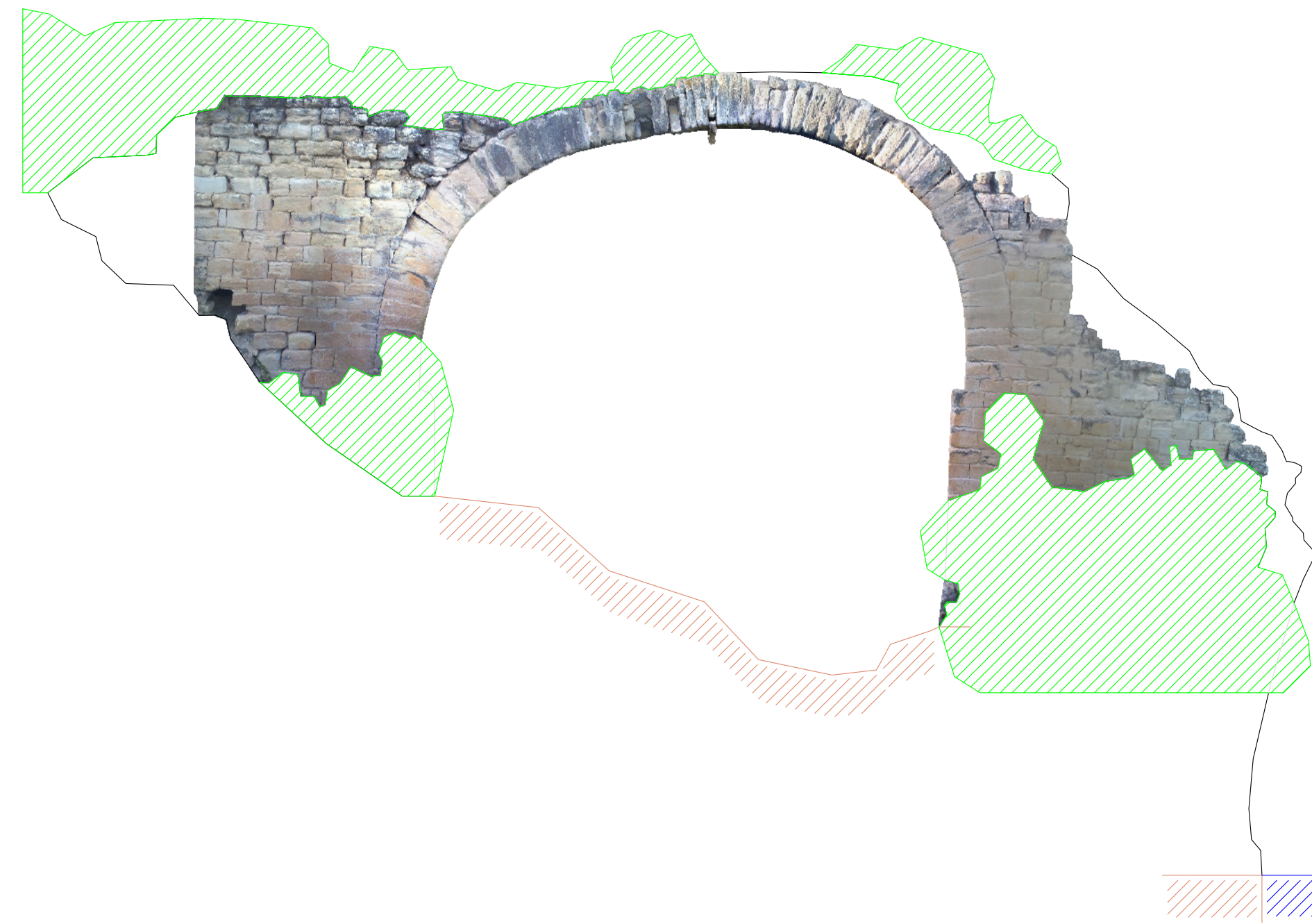
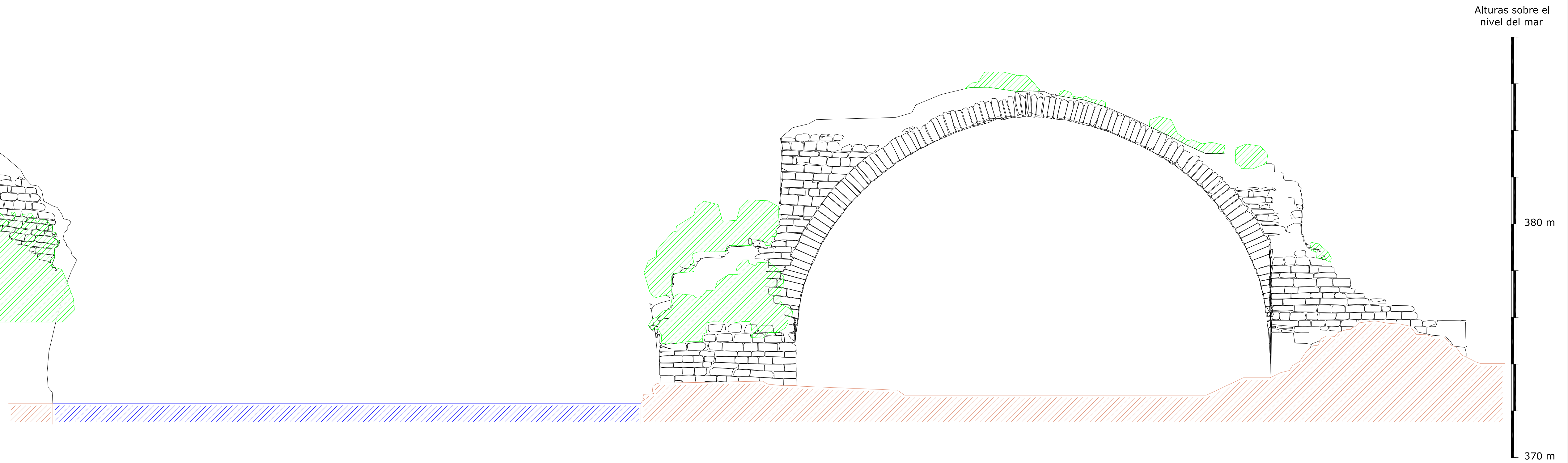
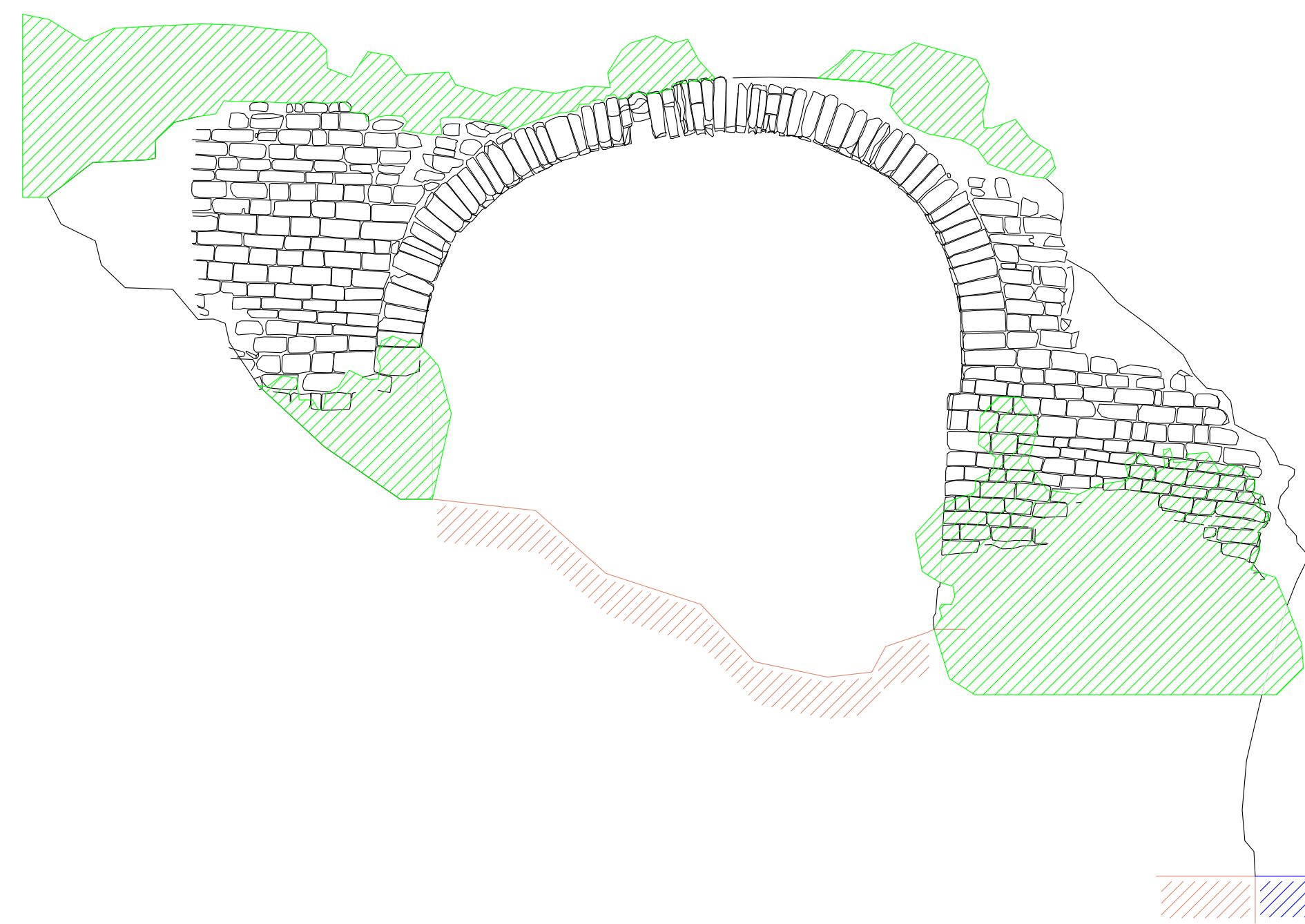
Resolución:  
5 mm

Nombre del plano:  
Alzado aguas arriba

Nº del plano:  
4-B

Alzado aguas arriba

Fecha:  
Septiembre 2017

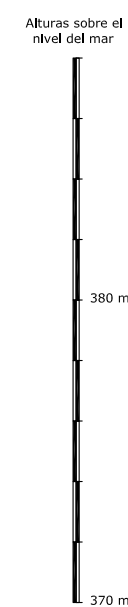
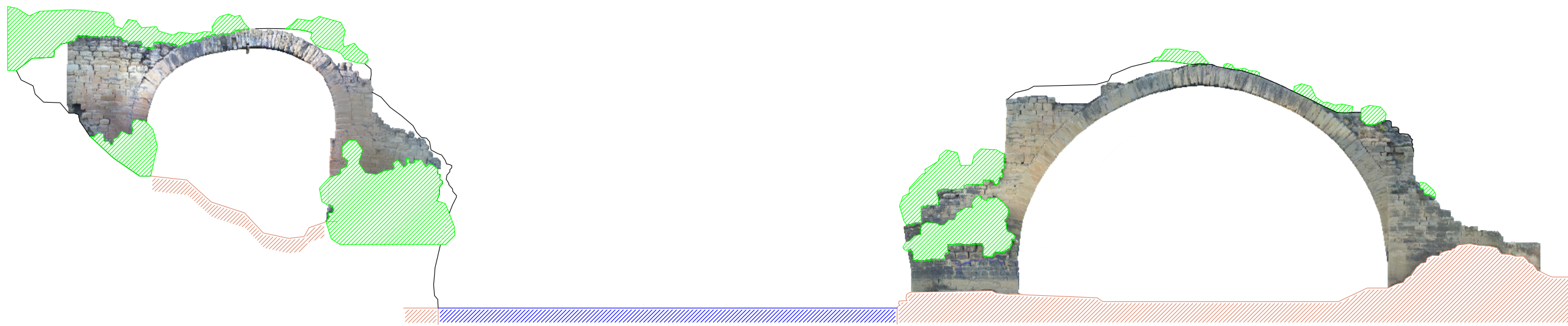
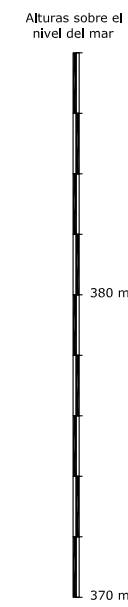
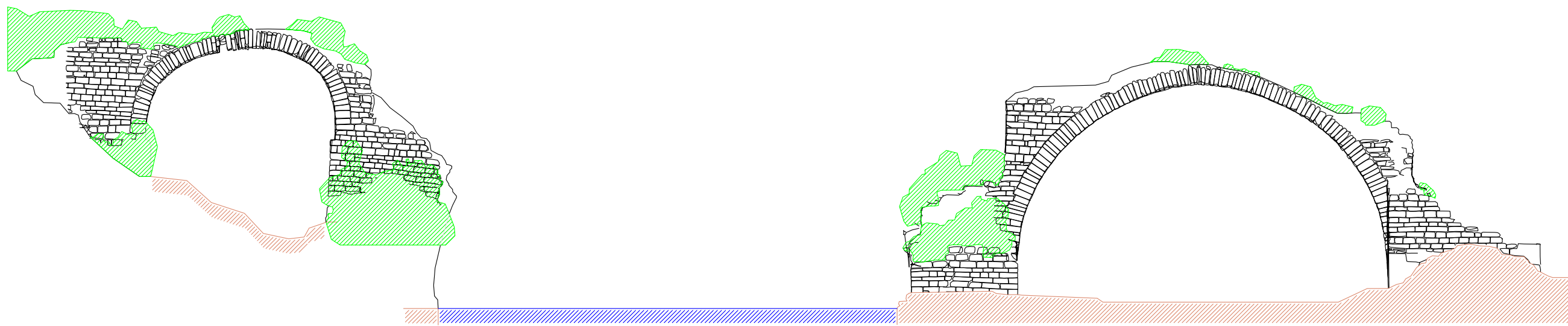


**Leyenda**

- Terreno
- Río
- Vegetación
- Modelo volumétrico (líneas visibles)
- Modelo volumétrico (líneas ocultas)

**Escala 1:100**

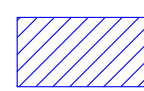
		<b>LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO</b> Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU
Proyecto: <b>Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)</b>	Proyección y Datum: UTM huso 30 (ETRS89) Sistema de referencia altimétrico: Ortométricas (nivel del mar) Nombre del plano: Alzado aguas abajo	Escala: 1 : 100 Resolución: 5 mm Nº del plano: 5 Fecha: Septiembre 2017



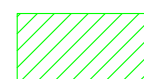
**Leyenda**



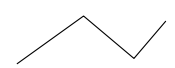
Terreno



Río



Vegetación



Modelo volumétrico (líneas visibles)



Modelo volumétrico (líneas ocultas)

Escala 1:250



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU



Proyecto:  
**Documentación geométrica del puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava)**

Proyección y Datum:  
UTM huso 30 (ETRS89)

Sistema de referencia altimétrico:  
Ortométricas (nivel del mar)

Nombre del plano:  
Alzado aguas abajo

Escala:  
1 : 250

Resolución:  
5 mm

Nº del plano:  
5-B

Fecha:  
Septiembre 2017



**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>

