



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

# 7-2

Información general / General information		
ELEMENTO:	Muskiz_Muñatones	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)	:TITLE
FECHA:	Junio 2008 / June 2008	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_007-2	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TITULO:	Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	El recinto fortificado es de forma rectangular de aproximadamente 40 x 30 metros y una altura de unos 7 metros. Existe otro recinto exterior situado a unos pocos metros que es algo más bajo (dispone de un foso hacia el exterior para completar la defensa), este segundo recinto está demasiado cerca como para poderse utilizar como plataforma desde la que sacar las fotografías que se utilizaron para la obtención de las ortoimágenes por lo que hubo que tomarlas desde el exterior utilizando un jalón telescópico que elevaba la cámara unos 10 metros lo que permitía salvar esta segunda muralla.
DOCUMENTACION:	Volumétrico por topografía y fotografías utilizando un jalón telescópico para salvar la muralla exterior. La documentación también incluye algunas unidades de la excavación arqueológica visible en el patio interior.
TECNICAS:	Ortofotografía, topografía
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortofotografías de los lienzos exteriores.</li> <li>• Modelo tridimensional vectorial.</li> <li>• Planos.</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, castillo, torre, topografía, fotogrametría
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Monumento Histórico,

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Geometric documentation of the inner wall of the Castle of Muñatones (Muskiz, Bizkaia, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The fortified enclosure has a rectangular shape of 40 x 30 meters and 7 meters tall. There is another enclosure outside this one that difficults taking photographs, therefore, a telescopic pole was use in order to elevate the camera up to 10 meters and overcome this obstacle.
DOCUMENTATION:	Wireframe model by surveying techniques, photographs taken with a telescopic pole as said before. The documentation includes the some UE from the archaeological excavation in the courtyard.
METHODOLOGIES:	Orthophotograph, surveying
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orthophotographs of the outside face of the wall.</li> <li>• Tridimensional wireframe model.</li> <li>• Plans.</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	heritage, castle, tower, surveying, photogrammetry
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Surveying, Photogrammetry, Historic Monuments

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Castillo de Muñatones (Muskiz)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Muskiz, Bizkaia, España/Spain (Getty TGN: no disponible, se presenta el identificador correspondiente a "Bizkaia" / not available, identification number for "Bizkaia" is given instead. 7002849)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 43.32504,-3.10927	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Ane LOPETEGI GALARRAGA 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"). / 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").</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. / 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.</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
----------------	--	---------

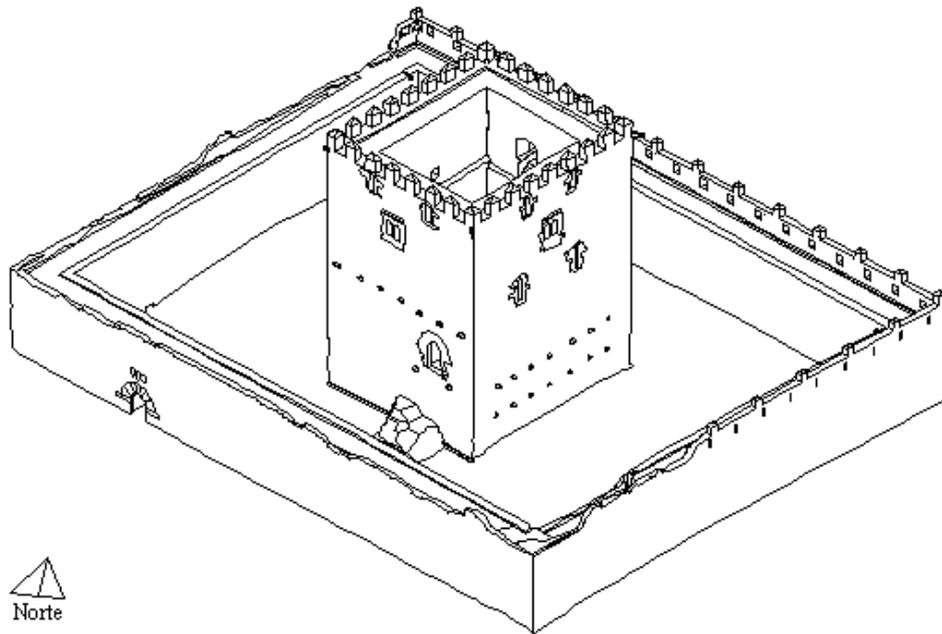
Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio 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/10810/7355">http://hdl.handle.net/10810/7355</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem007-2_Muskiz_Muñatones.pdf</b>: este documento / <i>this document</i>.</li> <li>• <b>ldgp_MUS07_fot_castillo?.jpeg</b>: 6 fotografías de documentación / <i>6 pictures for documentation purposes</i>.</li> </ul>	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	<p>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)</i>. 2008</p>	:CITATION

# Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)

Vitoria, Junio de 2008



## Equipo:

**José Manuel Valle Melón**  
Doctor, Licenciado en Geografía  
Ingeniero Técnico en Topografía

**Pablo Pérez Vidiella**

**Ane Lopetegi Galarraga**  
Ingeniero Técnico en Topografía

**Álvaro Rodríguez Miranda**  
Ingeniero en Geodesia y Cartografía  
Ingeniero Técnico en Topografía

## LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura (UPV-EHU)



Aulario de Las Nieves, edificio de Institutos Universitarios  
Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz. Tfno. 945-013222/013264  
E-mail: [jm.valle@ehu.es](mailto:jm.valle@ehu.es) <http://www.ldgp.es>



## INDICE

	Página
0.- Antecedentes .....	3
1.- Introducción .....	7
2.- Objetivos del proyecto.....	8
3.- Desarrollo del proyecto .....	9
3.1.- Esquema de trabajo.....	9
3.2.- Red topográfica .....	10
3.3.- Toma de fotografías.....	12
3.4.- Cálculo y edición del modelo geométrico .....	13
3.5.- Generación de ortofotografías.....	15
4.- Resultados .....	19
4.1.- Modelo geométrico .....	19
4.2.- Modelo virtual .....	20
4.3.- Planos .....	21
4.4.- Colección de fotografías.....	21
4.5.- Multimedia.....	22
5.- Metadatos y transcendencia de la información.....	23
Anexo 1.- Certificados de calibración del instrumental topográfico .....	25
Anexo 2.- Red topográfica.....	26
Anexo 3.- Esquema de metadatos (ldgp_metadata_v01).....	43
Anexo 3.- Esquema de metadatos (ldgp_metadata_v01).....	43
Anexo 4.- Contenido del CD.....	49
Anexo 5.- Listado de planos.....	50

## Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)

---

### 0.- Antecedentes

El castillo de San Martín de Muñatones se alza en el concejo de Muskiz. Este municipio se divide, pese a su reducida superficie (21 km<sup>2</sup>), en dos zonas perfectamente diferenciadas: en el Sur el río Barbadún forma un valle estrecho y de fuertes pendientes, escasamente apto para algo que no sea la explotación forestal y ganadera; al Norte la desembocadura del mismo río forma una relativamente amplia planicie, en otro tiempo cañaverales y marismas y hoy asiento de la mayor parte de la población local, así como de la planta petroquímica que sirve de elemento identificador del municipio.

El Castillo se halla hoy cercado por dependencias industriales. Ha perdido su posición destacada sobre el entorno: cualquiera de las chimeneas que lo rodean le supera en altura. Pese a todo, Muñatones sigue siendo el elemento más emblemático del concejo y uno de los más conocidos del patrimonio arquitectónico vizcaíno. A ello han contribuido tanto la calidad intrínseca del propio edificio, el castillo privado más desarrollado del País Vasco, como el hecho de que se alce a escasos metros de una transitada carretera desde la que resulta parcialmente visible.

El castillo de San Martín de Muñatones es, tal y como hoy lo conocemos, el resultado de un largo proceso acumulativo de construcciones, reconstrucciones, destrucciones y nuevas reconstrucciones que se inició en el siglo XIV y que, de hecho, aún no ha concluido.

La primera torre fue alzada por Juan López de Salazar tras su matrimonio con Inés de Muñatones, hacia 1339. Era un edificio sólido y hermético, levantado sobre una mota natural, una veta de roca bastante sobreelevada sobre su entorno más directo. Según algunos documentos de época "era una torreçilla común, asas pequeña e de muy delgada pared". Los restos que aún quedan de ella, reaprovechados en la reconstrucción que Lope García de Salazar realizara un siglo más tarde, confirman esta breve descripción: era una torre de planta cuadrangular (11'70x 10 metros) y unos 15 metros de altura; los muros, de 1'10 metros de grosor, se aparejaban en sillarejo, reservándose la sillería para los ángulos y recerco de los vanos; la estructura interior era íntegramente de madera. La planta baja, sin puertas al exterior e iluminada sólo por algunas aspilleras altas, serviría de bodega o almacén. El piso residencial, como es habitual en las torres, era desproporcionadamente alto, abarcando unos dos tercios del levante total del edificio. En él se abrían algunas aspilleras y el único ingreso de la torre, un estrecho arco apuntado al que se llegaría desde el

exterior mediante una escalera de mano. Remataba la torre en una terraza almenada. En conjunto era un edificio bastante primitivo, donde la habitabilidad se subordinaba a las necesidades castrenses. Pero quizás lo más característico de esta discreta y hermética torre fuera su cerca exterior, que definía un "cortijo" o patio. Como se ha podido comprobar en las recientes excavaciones arqueológicas, esta muralla dibujaba en torno al cuerpo de la torre un cuadrado dotado de varios torreones circulares en algunos ángulos y hacia el centro de varios de los paños de muro, posiblemente flanqueando las entradas. Esta estructura hacía de Muñatones la fortaleza privada más desarrollada del País Vasco.

Entre 1439 y 1446 Lope García de Salazar remodeló el castillo de forma tan profunda que en 1454 presumía de que "fiso la casa de Sant Martin con todos sus edificios e derribo todo lo primero". En realidad lo que hizo fue forrar la torre preexistente, engordando sus muros hasta los 2'80 metros con el fin de dotarles de suficiente solidez como para sostener otras dos plantas, con lo que la "torrecilla" de dos alturas pasó a tener cuatro. El segundo piso residencial -el primero de los añadidos por Lope García de Salazar- se iluminaba mediante parejas de ventanitas apuntadas abiertas en tres de sus caras, así como por algunas aspilleras altas, dispuestas rozando el techo. El tercer piso residencial, hoy desaparecido, era el más singular. Sus ángulos eran de sillería, pero los paños de las paredes se cerraban con "verganazas de yelso" (entramado de varas de avellano, fresno o sauce recogido con yeso) en las que, al parecer, se abrían algunas ventanas. La cubierta de la torre era una azotea a la que se accedía por una trampilla. El suelo de esta terraza estaba formado por más de 80 vigas "como un hombre grueso por la çintura" asentadas formando dos capas transversales, "puestas en crus". Esta exagerada solidez se debía a que la terraza cumplía funciones defensivas: denominada repetidamente "defensa" o "anparo" de trabucos, servía de protección contra los proyectiles lanzados por estas máquinas de guerra. En los bordes había unas barandas "e tenia en las quatro esquinas de la torre quatro caracoles pequeños o castillejos".

La estructura interna del edificio era también de madera, con la peculiaridad de que las plantas residenciales se comunicaban mediante una escalera de caracol de madera con 95 peldaños empotrada en uno de los ángulos del edificio, y cuya huella es aún hoy perfectamente apreciable. Evidentemente, el estrecho y oscuro cuerpo de la torre apenas reunía unas mínimas condiciones de habitabilidad en sus dos primeras alturas (bajo y primer piso), por lo que Lope García de Salazar adosó a sus cuatro caras sendos edificios de madera "a manera de corredores... (que) estaban muy bien labrados e de muchas buenas maderas todo muy bien enyelsado e enbetunado... e plaçenteros que valian mas que la torre prinçipal para aposentamientos". El acceso a estos "palacios" o "aposentamientos" se realizaba a través de unas puertas que Lope "fiso a medida de su altor... porque los que del venieren sepan el altor que era su cuerpo". En efecto, estas puertas son de 2'50 metros -Lope medía 2'10, según se ha podido comprobar a través del estudio de sus huesos-. Pero al iniciarse sus diferencias con su hijo Salazar optó por derribar los palacios "por haser la casa más fuerte por que por ellos no le entrasen e tomasen la casa", quedando "solamente la vara de la torre monda sin otra cosa alguna".

Para concluir, la torre fue rodeada con una voluminosa cerca de 2'85 metros de grosor y una altura de cerca de 10 metros. Esta muralla cuenta con un sólo acceso, un arco apuntado sobre el que pueden verse los escudos de los Muñatones, Salazar y Butrón (Lope de Salazar estaba casado con Juana de Butrón). Y aún levantó Lope una segunda cerca, una sencilla tapia reforzada con una pequeña cava o foso seco.

Tras el asesinato de Lope García de Salazar aún se realizaron algunas reformas en Muñatones. Así, entre 1476 y 1486 Juan *el Moro* sustituyó en el tercer piso residencial las paredes de verganazo por otras de mampostería y cambió la terraza por un camarote de madera decorado con yeserías moriscas, cubriéndolo todo con un tejado a cuatro aguas. Pero más importante fue la intervención en la muralla exterior. *El Moro* la reforzó en sus fachadas delantera y posterior -no en las laterales- aumentando su grosor, elevando su altura, añadiéndole un almenado y construyendo torreones circulares en los ángulos y cuadrangulares en el centro de cada paño, para proteger las entradas. Posteriormente, entre 1486 y 1503 Ochoa *el Mozo*, hijo de Juan *el Moro*, realizó algunas obras menores, entre las que destaca la construcción de un patín o escalera de piedra para acceder al primer piso residencial -hasta entonces se subía por una escalera de madera-.

El resultado de esta larga serie de reformas fue un monumental castillo que, sin embargo, fue abandonado muy pronto, lo que condujo a su ruina progresiva. A fines del XVII se había hundido toda la estructura interior de la torre, las murallas estaban parcialmente derrumbadas y todo estaba invadido por la vegetación. No sabemos si había perdido ya la tercera planta residencial, pero desde luego no la tenía a mediados del siglo XIX, cuando Delmas realizó un grabado del Castillo. Tras la Segunda Guerra Carlista cayó al suelo el ángulo delantero derecho de la torre y, finalmente, se derrumbó también parte de la esquina posterior izquierda. Solo el exagerado grosor de los muros impidió que todo el edificio se viniera abajo.

En esta situación se hallaba el Castillo de San Martín de Muñatones cuando se inició su restauración.

En 1949 el Castillo fue adquirido por la Diputación Foral de Bizkaia. La Dirección General de Bellas Artes realizó entonces una primera restauración, que si bien sirvió par reconstruir los ángulos caídos presentó también algunos aspectos menos acertados, como el tapiado de algunos vanos y el añadido de almenas y aliviaderos.



Torre de Muñatones

Pero un nuevo periodo de abandono volvió a llevar a Muñatones al borde de la ruina, haciendo necesaria otra restauración, es esta ocasión efectuada por la Escuela Taller de Muskiz bajo la supervisión del Servicio de Patrimonio de la Diputación Foral de Bizkaia. En una primera etapa se ha restaurado la muralla exterior, incluidos los torreones angulares y los cubos que protegen las entradas.

Paralelamente se ha realizado una excavación arqueológica. Centrada fundamentalmente en el patio, ha permitido localizar las bases de la muralla construida por Juan López de Salazar. Además se han encontrado abundante materiales que nos permiten acercarnos a la vida cotidiana de los moradores del Castillo: restos de comida, fragmentos de cerámica y de metal (éstos procedentes de puertas y ventanas), monedas, peines, pequeñas piezas esculpidas, . . .

En la actualidad, ya dentro de una segunda fase del proceso restaurador, se está reconstruyendo la muralla interior, de grandes dimensiones. Tras asegurar los muros, descarnados en la mayor parte de su superficie, se procederá a reponer el almenado, a fin de hacer transitable el adarve o paseo de ronda de la cerca.

Posteriormente se intervendrá en la torre central, con lo que concluirán los trabajos de restauración.

---

Información extraída de: "El Castillo de Muñatones" Colección Patrimonio Itinerarios nº 9, editado por la Diputación Foral de Bizkaia, Departamento de Cultura, Servicio de Patrimonio Histórico. ISBN: 84-7752-200-6, depósito legal: BI-2277-99. Los textos pertenecen a D. Juan Manuel González Cembellín.

## **1.- Introducción**

Estos antecedentes definen la situación existente en 2005 cuando la Exma. Diputación Foral de Bizkaia se puso en contacto con el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la Universidad del País Vasco para realizar la documentación de la torre previa a su restauración, con el fin de servir de herramienta en el estudio histórico, así como en los posteriores trabajos de restauración.

La documentación consistió en la restitución fotogramétrica del interior de la torre, que era la que disponía de un despiece que describe de una manera más clara las diferentes fases constructivas del edificio, y mediante volumétrico del exterior, ya que los revocados y engrosados hacían que la aportación de la representación al análisis histórico de las caras exteriores fuese más limitado.

Los resultados entregados incluyen alzados vectoriales y ortofotografías, así como una presentación multimedia que permite visualizar las diferentes partes de la torre.

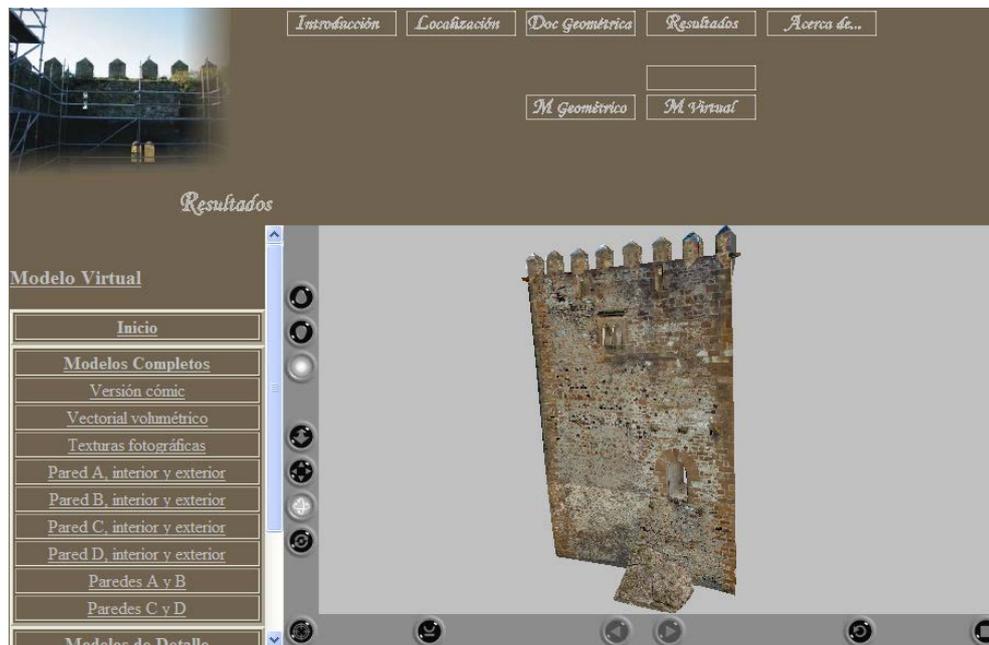


Fig 1.- Multimedia de la torre interior del proyecto realizado en 2005.

En el año 2008, la Exma. Diputación Foral de Bizkaia decide ampliar la documentación a la muralla interior, por lo que se vuelve a poner en contacto con el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio, y tras una nueva visita al castillo para evaluar las necesidades a satisfacer, se presenta un anteproyecto que propone la realización de un modelo volumétrico del conjunto de la muralla, completado con ortofotografías de los lienzos exteriores, los más interesantes a la hora de estudiar la evolución del edificio, descartándose la realización de ortofotografías en el interior ya que se trata de zonas reconstruidas recientemente.

## **2.- Objetivos del proyecto**

Inicialmente se establecen los siguientes objetivos:

- Enlace del Castillo a la Red Geodésica oficial, mediante técnicas GPS.
- Transformación del levantamiento de la Torre realizado en 2005 al sistema anterior.
- Levantamiento topográfico volumétrico del conjunto de la muralla exterior, e integración el mismo en el modelo de la Torre anteriormente generado.
- Generación del modelo de superficies del exterior de la muralla.
- Ortoproyección fotográfica de los alzados exteriores de la muralla.
- Generación de la cartografía del conjunto (Torre – Muralla), mediante planos de planta y alzados).
- Generación de una presentación multimedia para la consulta y gestión de la información generada.
- Incorporación de metadatos, y estrategias para la conservación de la información digital a los resultados obtenidos.

Además, durante la ejecución del proyecto, se consideró interesante enlazar las estructuras aparecidas durante las campañas de excavación dirigidas por la arqueóloga Dña. Sonia Añibarro, por lo que se procedió a levantar, bajo su indicación, las estructuras significativas visibles.

### 3.- Desarrollo del proyecto

#### 3.1.- Esquema de trabajo

El siguiente esquema muestra el proceso general de trabajo, en rojo se han indicado las fases de campo, en azul las de gabinete y en verde los resultados.

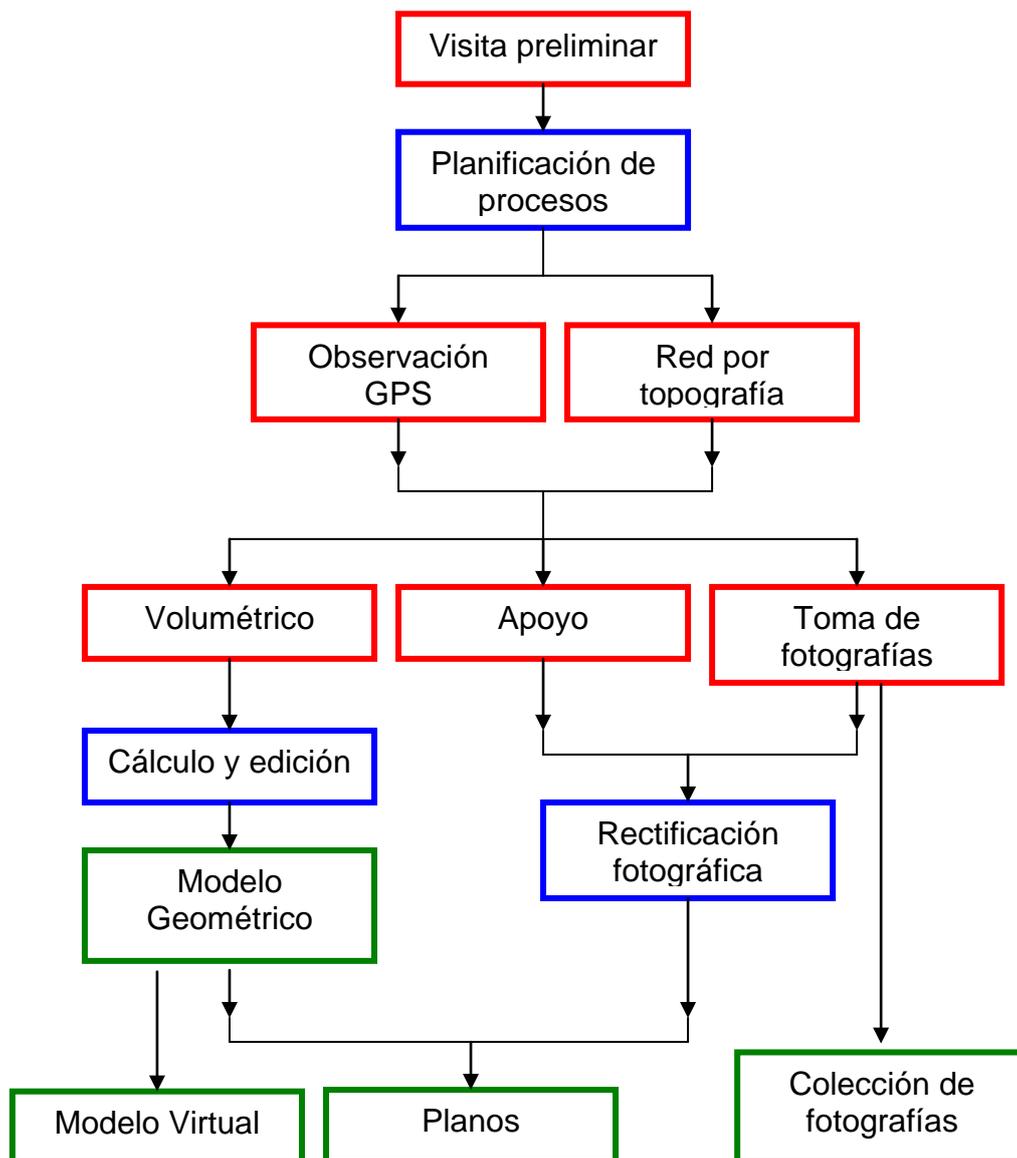


Fig 2.- Organigrama del proyecto.

### 3.2.- Red topográfica

Con el fin de abarcar la totalidad de las zonas a documentar se estableció la siguiente red de estaciones:

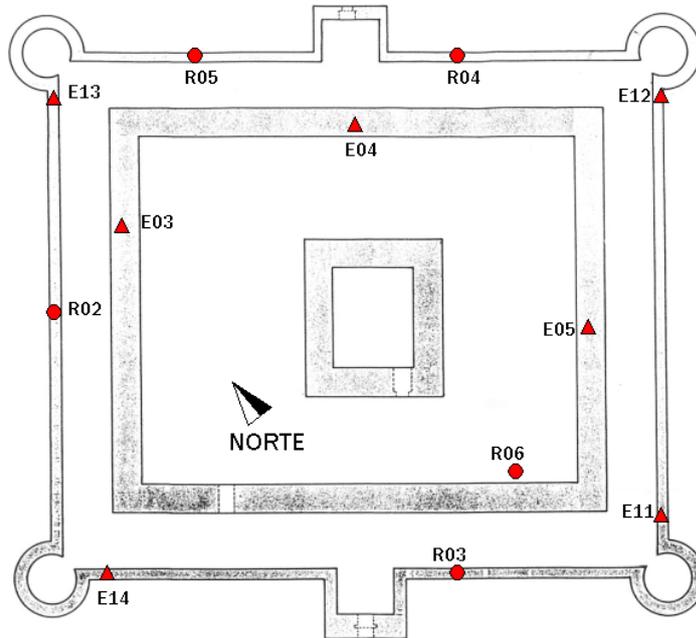


Fig 3.- Esquema de la red topográfica.

De estas estaciones, las denominadas E03, E04, E05 corresponden a la campaña 2005 que cuentan con coordenadas locales en el sistema en el que se realizó la documentación de la torre. Esta red inicial, se complementó con un anillo de estaciones sobre la muralla exterior y una en el patio interior utilizada para el registro de las excavaciones arqueológicas.

El anillo exterior se ha observado mediante poligonal topográfica utilizando una estación total (ver Anexo 1 para ver las características del instrumental utilizado) obteniendo un error de cierre de 2 milímetros. La estación R06 se radió desde E05.

Las estaciones cuyo nombre comienza por “E” se observaron mediante técnicas GPS, lo que permite conocer sus coordenadas absolutas en el sistema UTM (huso 30) se han calculado en el sistema de referencia oficial actual (a partir de 2007): ETRS89 y el antiguo ED50 para que sea posible comparar los datos con otros trabajos.

Sirviéndonos de los puntos de los que se dispone de coordenadas en ambos sistemas (locales y UTM) se han calculado las ecuaciones de transformación que permiten obtener los valores absolutos a partir de sus coordenadas locales (ver Anexo 2).

Las reseñas de las estaciones de la red topográfica presentan los tres conjuntos de coordenadas. El modelo geométrico presentado se encuentra en el sistema local, para poderlo poner en relación más fácilmente con los resultados obtenidos en la documentación de la torre central realizada en 2005; si se quieren obtener las coordenadas en el sistema absoluto se deben utilizar las ecuaciones de transformación que se presentan en el Anexo 2.



Fig 4.- Toma de datos topográficos mediante estación total.

A partir de estas estaciones se realiza la toma de datos topográficos tanto el dibujo volumétrico tridimensional como las coordenadas de las dianas utilizadas como puntos de control para la rectificación de las fotografías. Las dianas corresponden a pegatinas numeradas de 4x4 cm.

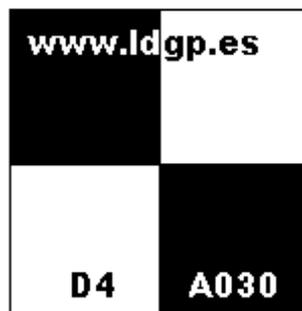


Fig 5.- Diana utilizada para el apoyo en la rectificación de fotografías.

### 3.3.- Toma de fotografías

Para la toma de las fotografías utilizadas en la rectificación de las texturas del exterior de la muralla se recurrió a un jalón telescópico que permite elevar la cámara hasta 15 metros de altura, lo que permite facilitar alejar la toma lo suficiente para que cada lienzo de muralla quede completamente reflejado con unas pocas imágenes (entre 3 y 6) salvando la muralla exterior.



Fig 6.- Toma de fotografías mediante jalón telescópico y fotografía obtenida.

Por otro lado, al aparecer en estas imágenes un gran campo que incluye además parte de la muralla exterior y la propia torre, se pueden incluir dianas (puntos de apoyo) fuera de los propios lienzos a rectificar lo que aporta una mayor robustez a los cálculos y aumenta la precisión en el proceso de rectificado.

### 3.4.- Cálculo y edición del modelo geométrico

El conjunto de líneas obtenido en campo es volcado a un sistema de dibujo asistido por ordenador donde se procede a su edición, dicho proceso consiste en la clasificación de los datos y corrección de errores.

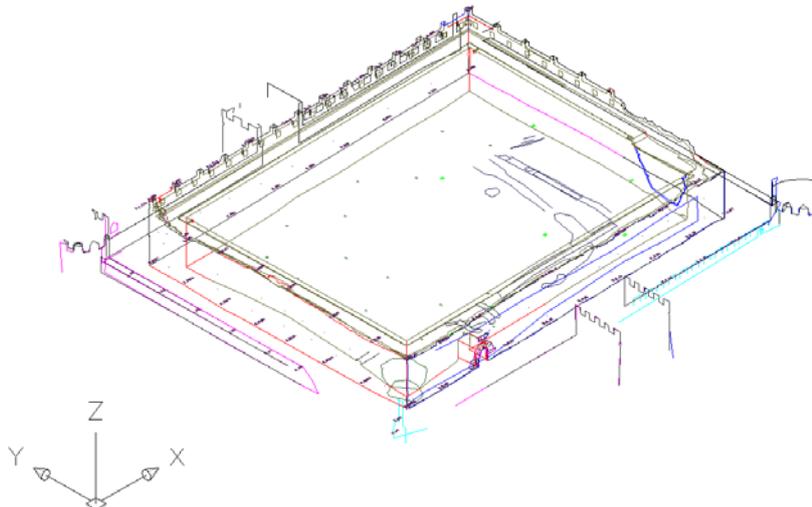


Fig 7.- Archivo de dibujo original de los datos de campo previo a su edición.

Una vez definidos los perímetros que constituyen las diferentes superficies que compondrán el modelo, se procede a su mallado, obteniendo así un modelo de superficies. Se le añade la información de la torre con lo que ya se consigue una visión realista del conjunto.

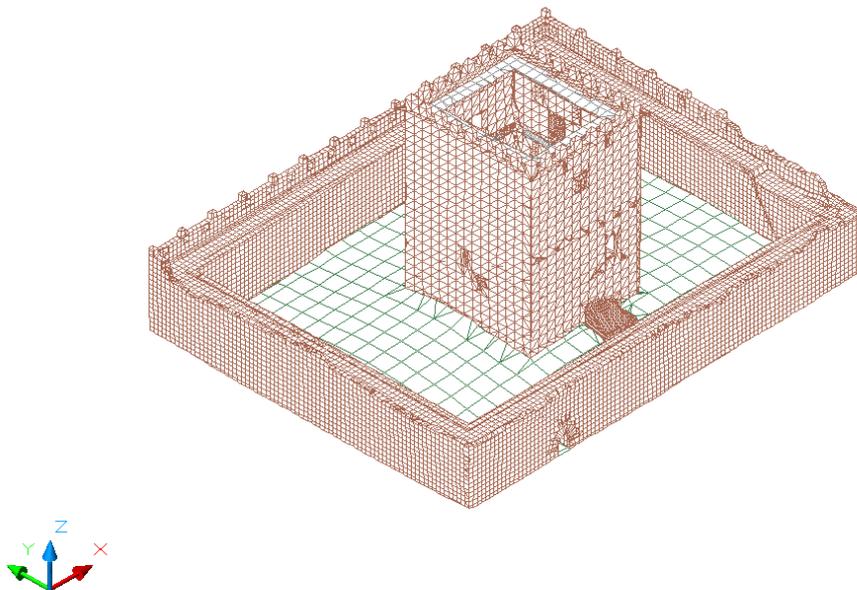


Fig 8.- Modelo de superficies malladas.

Con el fin de obtener una representación más adecuada, se procede a ocultar los bordes de las mallas, obteniéndose el siguiente resultado final para el modelo geométrico:

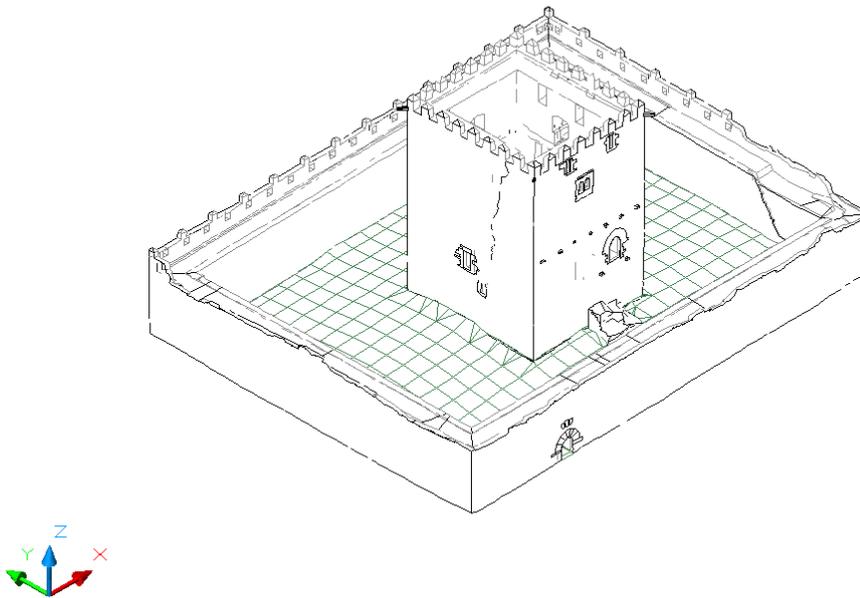


Fig 9.- Vista del aspecto del modelo final con bordes ocultos.

Es necesario indicar que los elementos documentados se hacen con su geometría real, individual para cada uno, no procediendo a la realización de repeticiones, simetrías u operaciones gráficas similares útiles para completar en gabinete la falta de datos de campo. Se ha hecho una excepción con las ventanas saeteras, ya que su descripción detallada hubiese exigido el estacionamiento delante de cada hueco para evitar todas las zonas ocultas, al tratarse de una obra de fábrica reciente se ha considerado que el incremento de trabajo en campo no aportaba ningún beneficio al modelo final por lo que mediante estación total se han medido las aberturas al interior y al exterior, procediendo posteriormente a situar una ventana “tipo” con la distribución interna en estas aberturas, ajustando a los perímetros medidos cuando ha sido necesario.

### 3.5.- Generación de ortofotografías

Para la generación de las ortofotografías se utiliza un programa desarrollado en el Laboratorio que permite cargar las fotografías y las coordenadas de las dianas, en un segundo paso se procede a identificar un mínimo de seis dianas con lo que se puede proceder a calcular la posición de la cámara, posteriormente se selecciona un fichero que contiene una selección de las mallas que forman el modelo y que corresponden a las que aparecen representadas en la imagen y el programa calcula su posición sobre la fotografía, procediendo a extraer la textura fotográfica, adaptarla a su geometría real y almacenarla en un archivo parcial.

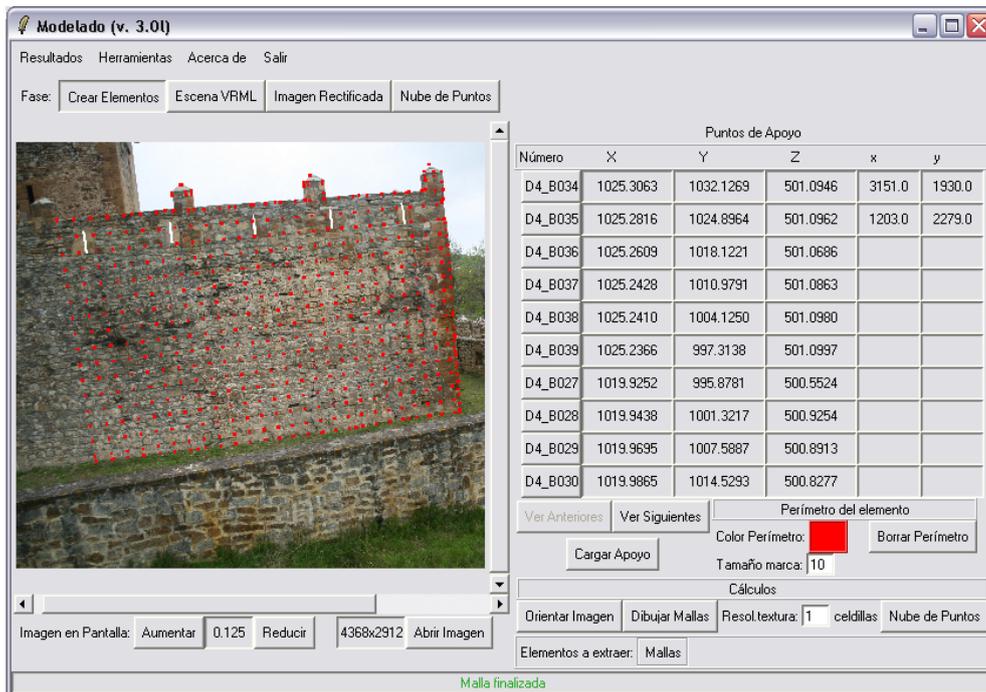


Fig 10.- Programa para asignar textura fotográfica al modelo de superficies.

Posteriormente, estos archivos parciales con las porciones de textura que corresponden a cada elemento mallado se juntan en un fichero tridimensional que representa todas las superficies con textura fotográfica.

Como cada imagen fotográfica de la que se ha extraído parte de las texturas cuenta con condiciones de iluminación diferentes, es necesario realizar un procesado del conjunto con el fin de atenuar los saltos entre elementos contiguos que cuya textura ha sido asignada desde diferentes fotografías.

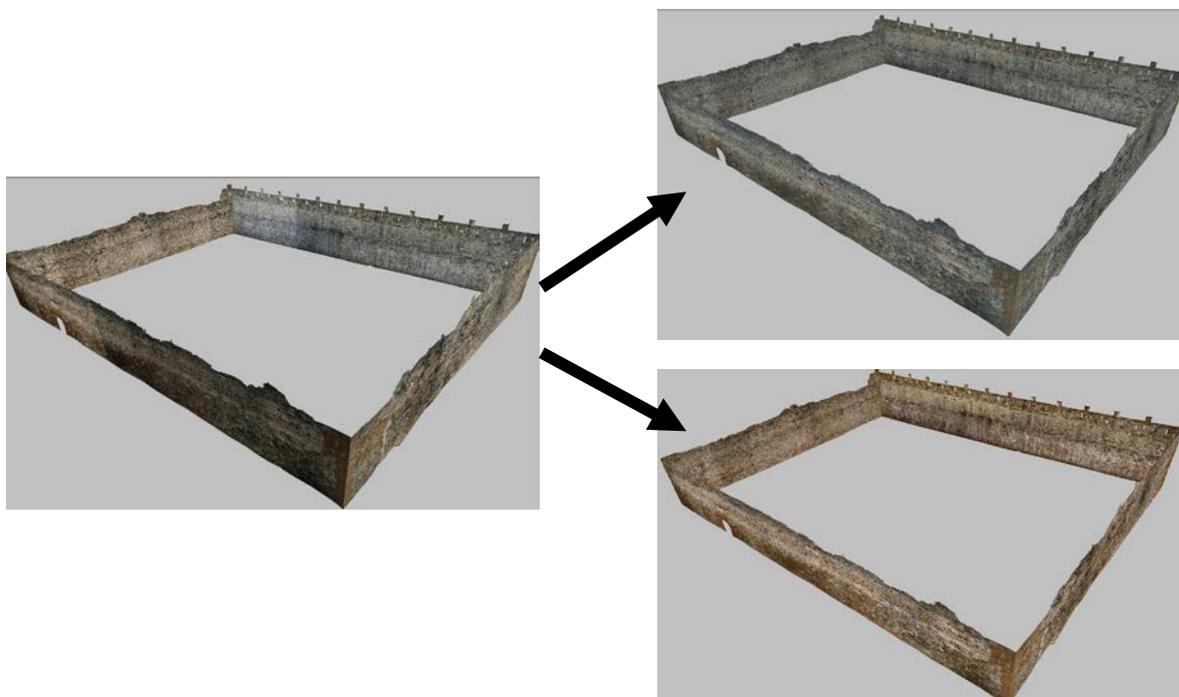


Fig 11.- Conjunto de alzados contextura fotográfica antes de su tratamiento para eliminar las discrepancias entre fotografías (izquierda) y dos pruebas de ajuste (a la derecha, la imagen inferior corresponde a la solución adoptada).

A pesar de que este proceso elimina gran parte de las diferencias entre imágenes, aún subsisten algunos saltos cuando las diferencias entre las dos imágenes a ajustar son muy grandes.

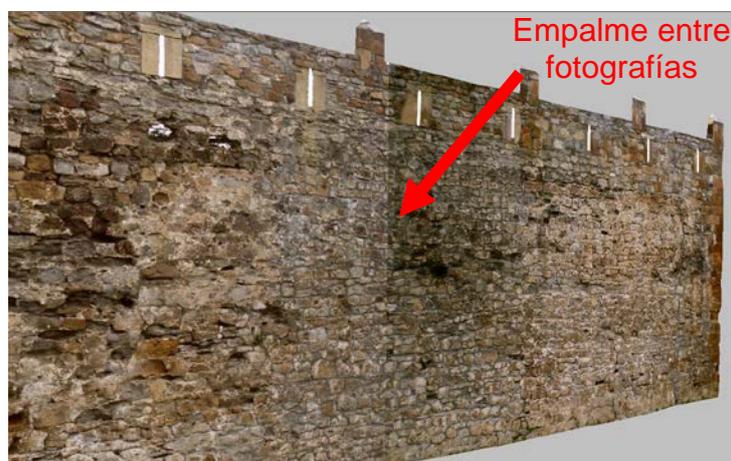


Fig 12.- Ejemplo de discrepancia remanente tras el ajuste radiométrico de las texturas fotográficas.

Con el fin de evitar que sean confundidos con afecciones reales sobre los lienzos, las siguientes imágenes indican (con líneas rojas verticales) las zonas de empalme entre fotografías que se han utilizado.

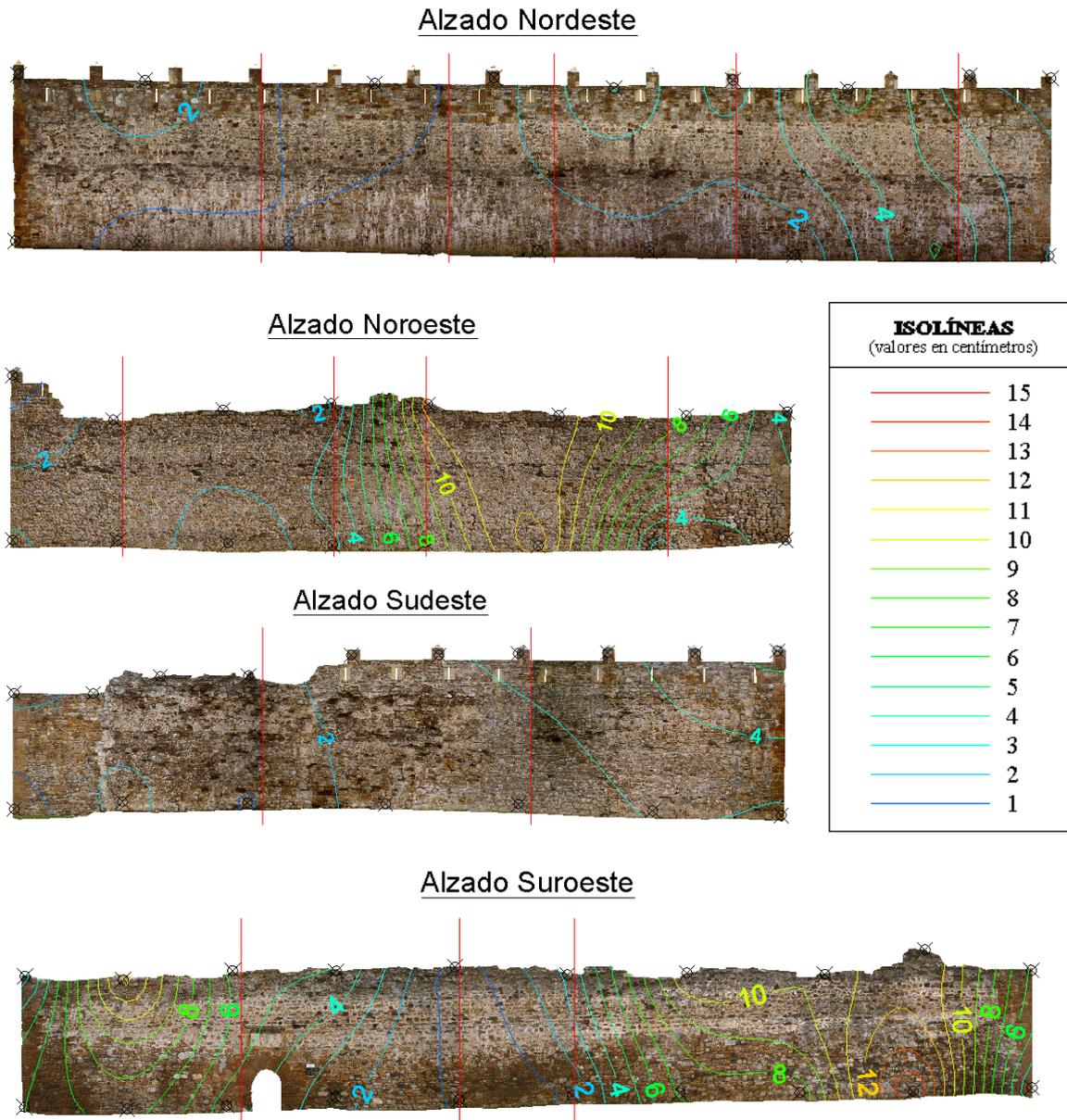


Fig 13.- Control de calidad de las ortofotografías, las líneas rojas verticales señalan los empalmes entre las fotografías que se han utilizado para obtener la textura, las curvas de nivel indican la precisión en centímetros de la rectificación.

La figura anterior también muestra la precisión geométrica de las ortoimágenes obtenidas, esta precisión depende de factores como las propias fotografías (si se trata de cámara métrica o no, distorsiones de la lente, calidad, ...), proceso de orientación, es decir, el cálculo de la posición de la cámara o la precisión con que las mallas representan el objeto real. Los curvados se han dibujado teniendo en cuenta la separación entre las coordenadas de las dianas y su representación sobre las ortoimágenes.

En conjunto, el proceso empleado en este proyecto (que es el mismo seguido en la documentación de la torre realizada en 2005) obtiene una precisión geométrica del entorno del 1% de la superficie fotografiada, al tratarse de fotografías que abarcan distancias reales de hasta 20 metros, se comprueba que las discrepancias medidas están en el margen esperable.

El valor de la precisión nos indica la diferencia que es posible encontrar en la posición de un punto medido sobre la imagen, otro aspecto de gran importancia es la resolución que nos va a permitir saber hasta que límite es posible discriminar objetos, en este caso, las ortofotografías se han preparado para su presentación en planos a escalas 1:100 y 1:50, para lo que se han utilizado tamaños de celdilla de 2 y 1 cm respectivamente.

## **4.- Resultados**

### **4.1.- Modelo Geométrico**

La información se ha distribuido en tres ficheros:

- LDGP\_MUN\_008\_excavación: contiene las UE's de la excavación arqueológica del patio, encuadradas en una sección de los grosores de la torre y la muralla interior que lo definen.
- LDGP\_MUN\_008\_modelogeométrico: geometría de la muralla objeto de este trabajo a la que se le ha incluido la torre documentada en 2005.
- LDGP\_MUN\_008\_ortos: ortofotografías correspondientes a los alzados exteriores.

La información dentro de cada fichero se encuentra organizada por capas, cuya descripción es la siguiente:

<b><u>Excavación</u></b>	<b><u>Modelo geométrico</u></b>	<b><u>Ortofotografías</u></b>
00_cajetin	00_cajetin	00_cajetin
00_ventanas	00_ventanas	00_ventanas_gráficas
01_exc_aljibe	01_muralla_exterior	03_orto_Nordeste
01_exc_sinUE	01_muralla_interior	03_orto_Noroeste
01_exc_ue012	01_muralla_interior_NE	03_orto_Sudeste
01_exc_ue014	01_muralla_interior_NO	03_orto_Sudoeste
01_exc_ue027	01_muralla_interior_SE	
01_exc_ue028	01_muralla_interior_SO	
01_exc_ue030	01_seccion_NE-SO	
01_exc_ue104	01_seccion_NO-SE	
01_exc_ue108	01_torre_exterior	
01_perímetros murallas	01_torre_interior	
04_exc_clavos	02_muralla	
	02_suelo_interior_torre	
	02_suelo_patio	
	02_suelo_patio_aljibe1	
	02_suelo_patio_aljibe2	
	02_torre_caras	
	02_torre_suelos	
	09_norte	

Los números que preceden al nombre de cada capa indican el tipo de elemento que aparece representado, siendo "01\_" entidades lineales, "02\_" superficies, "03\_" ortoimágenes, "04\_" elementos puntuales, "09\_" elementos auxiliares y "00\_" capas para las presentaciones gráficas. El nombre que sigue a este indicador hace referencia a la información que contiene.

#### 4.2.- Modelo Virtual

Se presentan modelos virtuales interactivos en dos formatos: VRML y SketchUp.

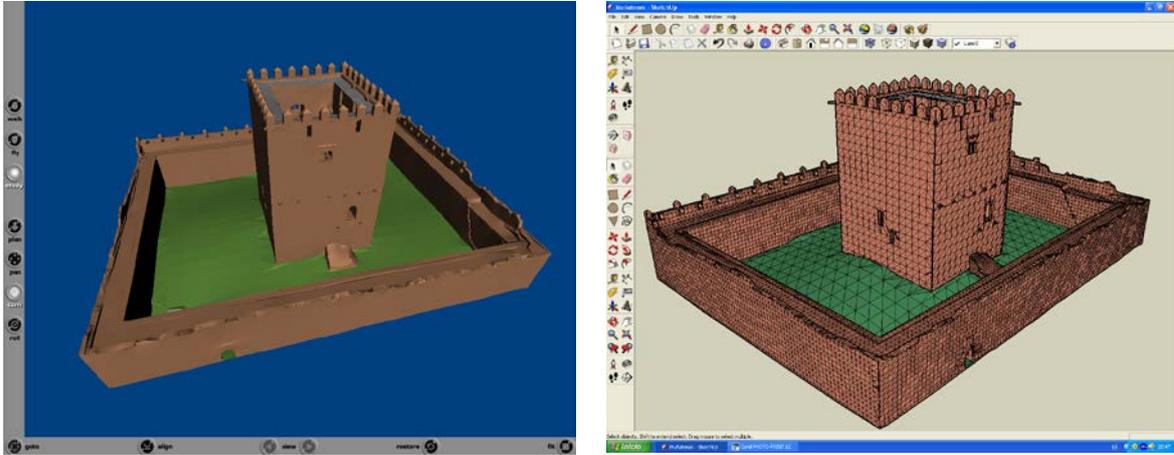


Fig 13.- Modelos virtuales interactivos, VRML a la izquierda y SketchUp a la derecha.

VRML (Virtual Reality Modeling Language) que es un estándar para los modelos 3D en Internet y que puede ser explorado de forma interactiva en un navegador de Internet una vez que se dispone del correspondiente visor. Existen visores VRML gratuitos, entre otros, los que se pueden descargar desde los siguientes enlaces:

- Cortona 3D, [<http://www.cortona3d.com/cortona>].
- Octaga, [<http://www.octaga.com>].
- Flux Player [<http://www.mediamachines.com/downloads.php>].

Google SketchUp (gratuito) es un programa de modelado en 3D fácil de utilizar que permite explorar un modelo del mundo en 3D de forma interactiva. Con la ayuda de unas cuantas herramientas simples, se pueden crear modelos en 3D de cualquier cosa. Una vez creados los modelos, pueden ser colocados en Google Earth, cargarlos en la Galería 3D, o imprimirlos.

SketchUp esta disponible en dos versiones: Una versión profesional “SketchUp Pro” de pago, con más prestaciones y una versión más limitada y gratuita “SketchUp”. Esta versión gratuita, disponible en inglés se puede obtener en la siguiente dirección Web:

<http://sketchup.google.com/intl/es/download.html>

### 4.3.- Planos

Los planos se encuentran como presentaciones dentro de los tres archivos de dibujo suministrados e incluyen plantas de las unidades de la excavación arqueológica, vistas perspectivas del modelo geométrico de la torre así como alzados (ortofotografías y vectoriales) y secciones.

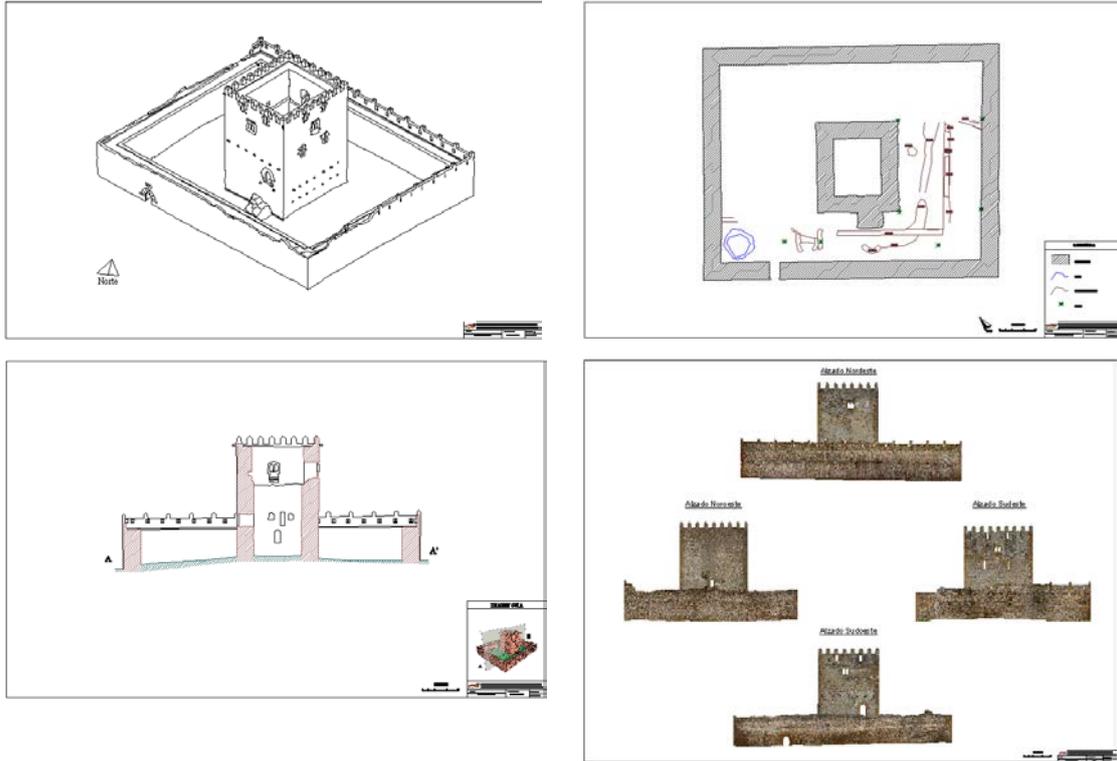


Fig 14.- Ejemplos de planos realizados para este proyecto.

Los planos se han confeccionado a partir del modelo tridimensional obtenido en campo, excepto los alzados vectoriales exteriores que se han dibujado a partir de las ortofotografías y, por lo tanto, tienen la precisión de estas.

### 4.4.- Colección de fotografías

Al tratarse de un conjunto de tomas desde puntos de vista diferentes a los habituales, se considera que pueden tener interés como muestra del estado actual de la torre por lo que, en el CD adjunto, se incluye una copia de las fotografías obtenidas desde el jalón telescópico.

#### 4.5.- Multimedia

Se ha preparado una presentación multimedia que contiene la información referente al proyecto, siguiendo con los criterios de trascendencia, se ha utilizado el lenguaje estándar HTML.

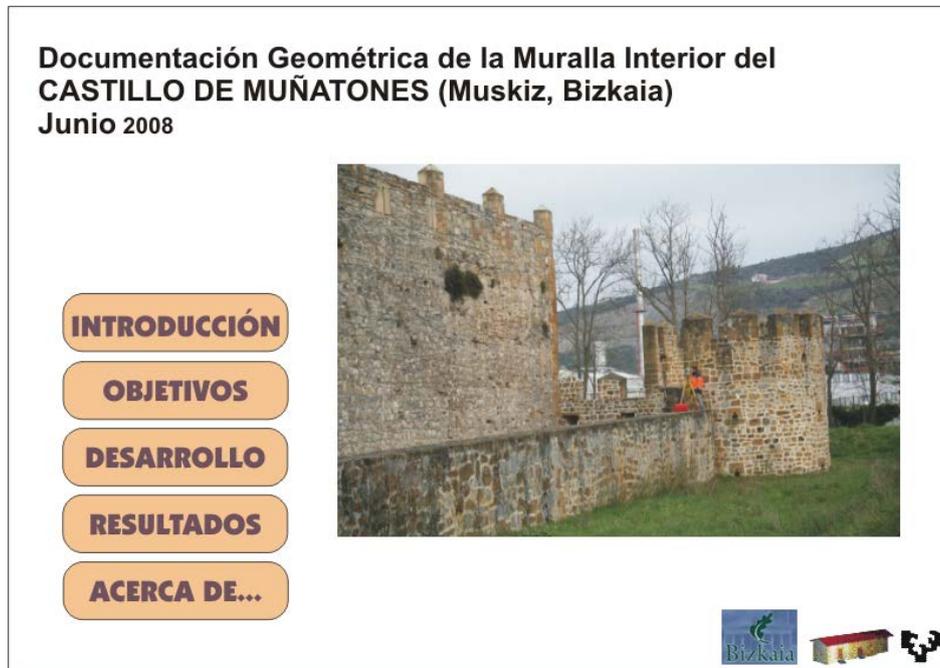


Fig 16.- Portada de la presentación multimedia.

## **5.- Metadatos y transcendencia de la información**

Los ficheros que se presentan cuentan con su correspondiente documentación que permite su identificación y describe sus características, esto facilita su clasificación dentro del conjunto de proyectos además de ponerlo en relación con el resto de documentos del propio proyecto en el caso de que se acceda a ellos de forma descontextualizada.

La forma de incluir esta información depende de las posibilidades del formato de almacenamiento, así, en los modelos geométricos (formatos .dwg y .dxf) se utiliza la posibilidad de incluir propiedades (menú [Archivo] [Propiedades del dibujo]) como se muestra a continuación:

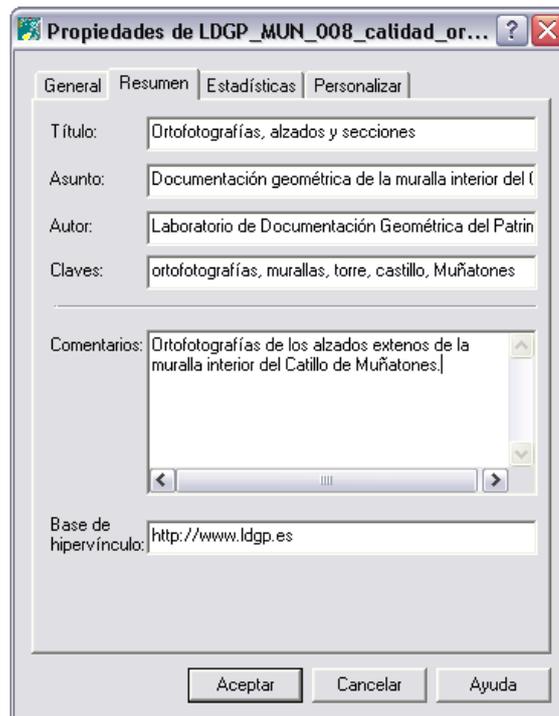


Fig 16.- Metadatos en un fichero de AutoCAD.

En el modelo VRML se aprovecha que se trata de un formato de texto que permite añadir líneas de comentario (todas las que empiezan por el signo "#"), de esta forma, se añade la información relevante sobre el modelo y el proyecto en la cabecera del fichero. La descripción del significado de cada línea viene detallada en el Anexo 3.

```
# METADATA
# BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento
# metadata_type: ldgp_metadata_v0.1
# metadata_type_definition: Registro General de la Propiedad
Intelectual (asiento: 00/2006/4163)
# metadata_type_description:
http://www.vc.ehu.es/docarq/LDA/indexb.htm
# BLOQUE 2: Estándar general de metadatos (Dublin Core)
```

```
# Title: Modelo virtual del Castillo de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)
# Creator: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
(UPV-EHU)
# Subject: torre, castillo, vrm1, Muñatones, Muskiz
# Description: Modelo virtual VRML del Castillo de Muñatones
# Publisher: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
(UPV-EHU)
# Contributor: none
# Date: 20080714
# Type: 3d
# Format: vrm1 2.0
# Identifier: ldgp_2008_vrm1_muskiz01
# Source: Documentación geométrica de la muralla interior del Castillo
de Muñatones (Muskiz, Bizkaia)
# Language: es-ES
# Relation: http://www.ldgp.es
# Coverage: 2008
# Rights: Diputación Foral de Bizkaia ; Laboratorio de Documentación
Geométrica del Patrimonio (UPV-EHU)
# BLOQUE 5: Leyenda
# legend(1): los elementos tienen textura en función del material
```

Al incluir esta información dentro de los propios ficheros, se posibilita la realización de búsquedas tanto locales como a través de Internet, en el caso de que estén en línea.

Otro aspecto de gran importancia consiste en garantizar que la documentación entregada va a seguir disponible a lo largo del tiempo; en efecto, la dinámica del mercado informático hace que tanto los equipos como los programas y los formatos vayan evolucionando, de tal forma que van quedando obsoletos en unos pocos años, siendo sustituidos por nuevas versiones más potentes. El problema que acarrea a la información que se encuentra almacenada en los formatos antiguos es que, en ocasiones, ya no son reconocidos por los programas disponibles en el mercado.

Por ejemplo, el formato .dwg, que en su versión de Autocad® 2000 es el que se ha utilizado para la realización del modelo geométrico, es propiedad de la empresa Autodesk, por lo que su continuidad depende de esta empresa. Por el contrario, el formato .dxf está abierto, es decir, su definición está disponible y cualquier programa o usuario puede utilizarlo libremente. Por este motivo, el modelo geométrico que se presenta se encuentra, además de en su formato original .dwg, en .dxf (también en versión de Autocad® 2000).

El lenguaje VRML también es un estándar (ISO/IEC 14772-1:1997), al igual que el HTML (ISO/IEC 15445:2000) con el que se ha elaborado el multimedia.

## Anexo 1.- Certificados de calibración del instrumental topográfico

### Certificado de Verificación y Control

Nº de Certificado 300478361  
Fecha 07.01.2008

Leica Geosystems, s.l.  
Ibarrekolanda, 36  
48015 Bilbao - Deusto  
Teléfono +34 94 447 3104  
Fax +34 94 447 3393  
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 110336

#### 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)	0.0003	0.0015	0.0001	0.0004
Desviación Vt (Gon)	0.0008	0.0015	0.0002	0.0002
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	0.1	2mm + 2ppm	0.1	0.1
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	0.1	3mm + 2ppm	0.1	0.1

#### Patrones empleados:

##### Angulos:

Colimador de ejes: Wild nº 9694 (Incertidumbre asociado con el patrón: 0.0005 gon)

##### Distancia:

Leica DI2002 nº 181130 (incertidumbre asociada con el patrón: 0.7 mm)

#### 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 escrito de Leica Geosystems, s.l.



## Anexo 2.- Red topográfica

El siguiente croquis muestra la red de estaciones utilizadas:

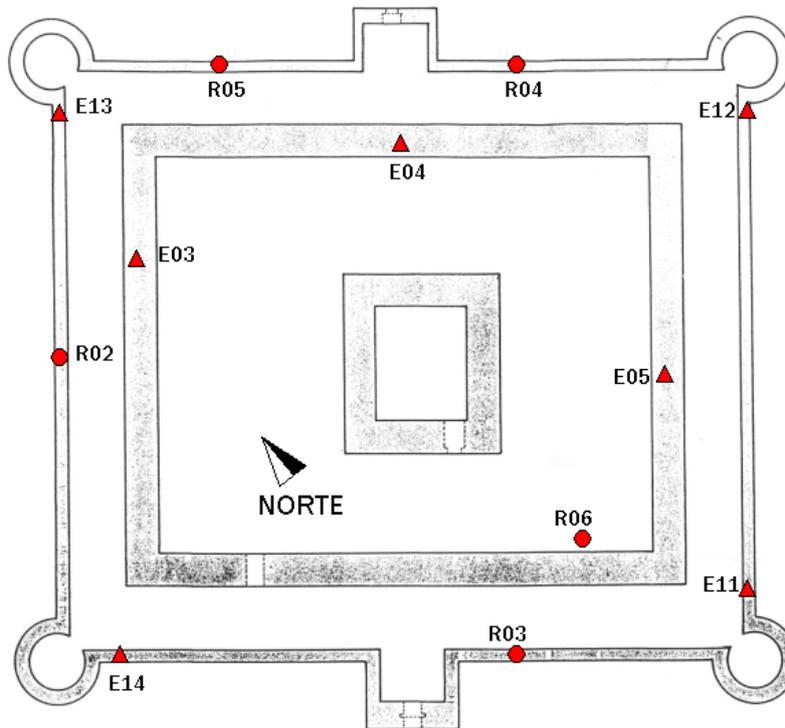


Fig 2.1.- Red topográfica utilizada en este proyecto.

De estas estaciones: E03, E04 y E05, se utilizaron en el proyecto de documentación de la torre interior realizado en 2005, por lo que se contaba con coordenadas en el sistema local. A partir de estas estaciones, se dotó de coordenadas locales al resto de la red por métodos topográficos, obteniendo precisiones por debajo del centímetro.

Para obtener las coordenadas absolutas se observó mediante el sistema GPS de algunas de las estaciones utilizadas (las que empiezan por la letra "E" y que están marcadas con un triángulo en el croquis), los errores en la determinación de las coordenadas son los siguientes:

Errores medios cuadráticos de las coordenadas GPS			
ID_PUNTO	ex (mm)	ey (mm)	ez (mm)
E03	2,6	1,2	4
E04	1,6	2,1	4,1
E05	2,4	1,9	3,8
E11	7,9	1,8	5,7
E12	13,1	9,2	12
E13	3,1	1,6	4,6
E14	9,4	18,1	46,1

En la siguiente tabla se pueden ver las coordenadas ajustadas de las estaciones en el sistema local obtenidas mediante técnicas topográficas (columnas naranjas), las columnas verdes contienen las coordenadas UTM (huso 30) obtenidas mediante GPS de las estaciones en sistema ED50 y las columnas azules las coordenadas UTM en el sistema ETRS89. Al final de cada grupo de coordenadas absolutas, se incluye una columna con la diferencia de cota entre sistemas, el promedio se realiza sin tener en cuenta la estación E14 ya que parece que este valor no se ha determinado con suficiente precisión mediante GPS.

	Por poligonal ajustada Coordenadas definitivas en locales 2005			Observación GPS Coordenadas transformadas ED-50				Observación GPS Coordenadas transformadas ETRS-89				
	X	Y	Z	X	Y	Z	Z <sub>LOC</sub> -Z <sub>ED50</sub>	X	Y	Z	Z <sub>LOC</sub> -Z <sub>ETRS89</sub>	
<b>E03</b>	972,980	1023,124	505,611	491230,800	4797148,830	19,750	485,861	491125,153	4796941,014	69,462	436,149	
<b>E04</b>	994,874	1032,605	505,810	491253,950	4797143,150	19,920	485,890	491148,299	4796935,332	69,634	436,176	
<b>E05</b>	1018,701	1013,208	506,130	491261,190	4797113,300	20,270	485,860	491155,543	4796905,478	69,980	436,150	
<b>E11</b>	1024,804	995,247	501,105	491255,180	4797095,320	15,250	485,855	491149,526	4796887,498	64,956	436,149	
<b>E12</b>	1024,719	1035,368	501,102	491279,380	4797127,290	15,240	485,862	491173,732	4796919,464	64,946	436,156	
<b>E13</b>	966,534	1034,639	501,622	491232,630	4797161,890	15,730	485,892	491126,981	4796954,066	65,442	436,180	
<b>E14</b>	970,337	989,499	501,566	491208,390	4797123,650	15,760	<b>485,806</b>	491102,744	4796915,832	65,471	<b>436,095</b>	
<b>R02</b>	966,710	1010,708	501,623	¿?	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?		
<b>R03</b>	1001,651	990,022	501,574	¿?	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?		
<b>R04</b>	1008,631	1039,005	501,648	¿?	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?		
<b>R05</b>	982,621	1038,500	501,641	¿?	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?		
<b>R07</b>	1006,621	999,812	500,101	¿?	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?		
							promedio	485,861			promedio	436,151
							<b>sin E14</b>	<b>485,870</b>			<b>sin E14</b>	<b>436,160</b>

Utilizando los puntos comunes se calcula una transformación de semejanza entre el sistema local y cada uno de los absolutos y se ajusta por mínimos cuadrados, obteniéndose los polinomios de conversión.

Las coordenadas definitivas en los sistemas absolutos, se obtienen mediante la transformación de coordenadas según las ecuaciones calculadas, es decir:

$$\begin{cases} X_{ED50} = 0,79577589 \cdot X_{LOC} + 0,60439249 \cdot Y_{LOC} + 489.838,159 \\ Y_{ED50} = -0,60439249 \cdot X_{LOC} + 0,79577589 \cdot Y_{LOC} + 4.796.922,710 \end{cases}$$

	Por poligonal ajustada (o valores 2005)			Calculados por la transformación			difX	difY	difZ
	Coordenadas definitivas en locales 2005			Coordenadas transformadas ED-50					
	X	Y	Z	X	Y	Z			
E03	972,980	1023,124	505,611	491230,801	4797148,825	19,741	0,001	-0,005	-0,009
E04	994,874	1032,605	505,810	491253,954	4797143,137	19,940	0,004	-0,013	0,020
E05	1018,701	1013,208	506,130	491261,192	4797113,301	20,260	0,002	0,001	-0,010
E11	1024,804	995,247	501,105	491255,193	4797095,319	15,235	0,013	-0,001	-0,015
E12	1024,719	1035,368	501,102	491279,374	4797127,298	15,232	-0,006	0,008	-0,008
E13	966,534	1034,639	501,622	491232,631	4797161,885	15,752	0,001	-0,005	0,022
E14	970,337	989,499	501,566	491208,375	4797123,665	15,696	-0,015	0,015	-0,064
R02	966,710	1010,708	501,623	491218,307	4797142,735	15,753	¿?	¿?	¿?
R03	1001,651	990,022	501,574	491233,610	4797105,155	15,704	¿?	¿?	¿?
R04	1008,631	1039,005	501,648	491268,770	4797139,916	15,778	¿?	¿?	¿?
R05	982,621	1038,500	501,641	491247,766	4797155,234	15,771	¿?	¿?	¿?
R06	1006,621	999,812	500,101	491243,482	4797109,942	14,231	¿?	¿?	¿?

$$\begin{cases} X_{ETRS89} = 0,79573318 \cdot X_{LOC} + 0,60444524 \cdot Y_{LOC} + 489.732,499 \\ Y_{ETRS89} = -0,60444524 \cdot X_{LOC} + 0,79573318 \cdot Y_{LOC} + 4.796.714,985 \end{cases}$$

	Por poligonal ajustada (o valores 2005)			Calculadas por la transformación			difX	difY	difZ
	Coordenadas definitivas en locales 2005			Coordenadas transformadas ETRS-89					
	X	Y	Z	X	Y	Z			
E03	972,980	1023,124	505,611	491125,153	4796941,005	69,451	0,001	-0,009	-0,011
E04	994,874	1032,605	505,810	491148,306	4796935,316	69,650	0,007	-0,016	0,016
E05	1018,701	1013,208	506,130	491155,541	4796905,479	69,970	-0,002	0,001	-0,010
E11	1024,804	995,247	501,105	491149,542	4796887,497	64,945	0,016	-0,001	-0,011
E12	1024,719	1035,368	501,102	491173,725	4796919,475	64,942	-0,007	0,011	-0,004
E13	966,534	1034,639	501,622	491126,985	4796954,064	65,462	0,004	-0,001	0,020
E14	970,337	989,499	501,566	491102,726	4796915,846	65,406	-0,018	0,015	-0,065
R02	966,710	1010,708	501,623	491112,659	4796934,916	65,463	¿?	¿?	¿?
R03	1001,651	990,022	501,574	491127,960	4796897,335	65,414	¿?	¿?	¿?
R04	1008,631	1039,005	501,648	491163,121	4796932,093	65,488	¿?	¿?	¿?
R05	982,621	1038,500	501,641	491142,119	4796947,412	65,481	¿?	¿?	¿?
R06	1006,621	999,812	500,101	491137,832	4796902,121	63,941	¿?	¿?	¿?

Se incluyen tres columnas con las diferencias entre las coordenadas transformadas y las obtenidas mediante el sistema GPS, excepto la cota del punto E14 (cuya determinación por GPS no es muy precisa), las diferencias se mantienen por debajo de los 2 cm.



**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA  
MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE  
MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)**

ESTACION N°: E03	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491125,153	X: 491230,801	X: 972,980
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796941,005	Y: 4797148,825	Y: 1023,124
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 69,451	Z: 19,741	Z: 505,611

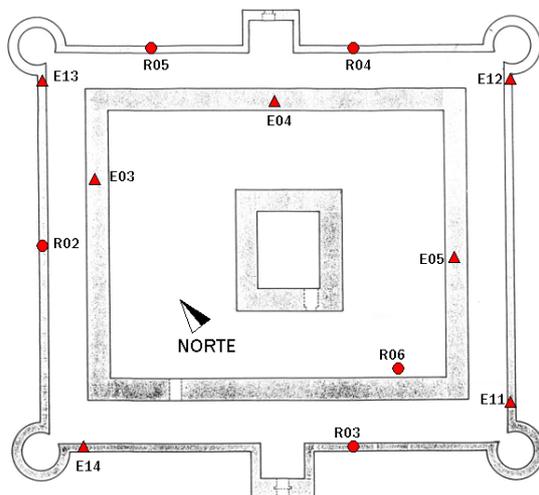
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

**RESEÑA LITERAL:**

Clavo con arandela situado en el paso superior de la muralla interior a unos 8,5 metros de la esquina interior norte (la fotografía corresponde a 2005, antes de completar el paso de ronda por la muralla interior).

**RESEÑA GRAFICA:**





### DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E04	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491148,306	X: 491253,954	X: 994,874
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796935,316	Y: 4797143,137	Y: 1032,605
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 69,650	Z: 19,940	Z: 505,810

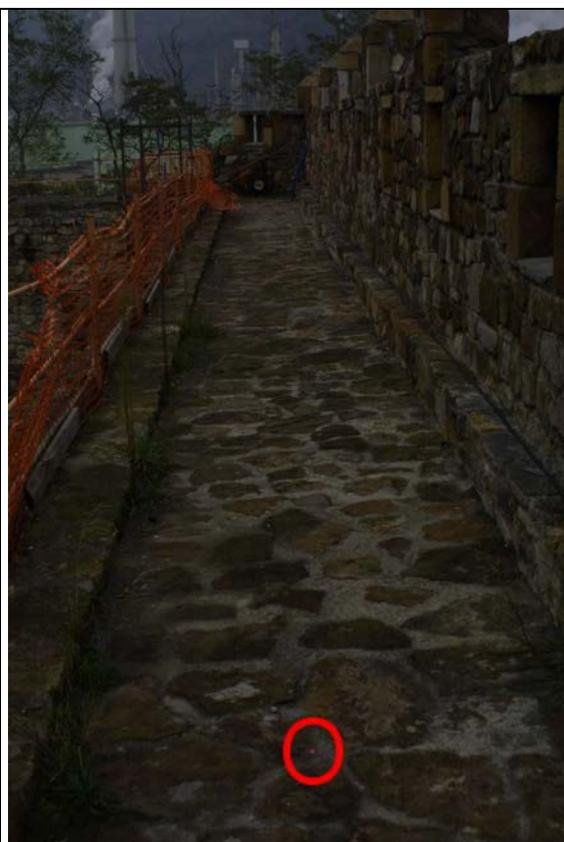
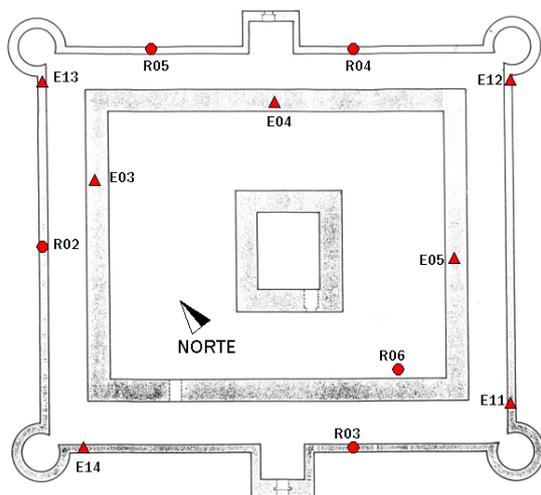
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

#### RESEÑA LITERAL:

Clavo con arandela situado en el paso superior de la muralla interior, centrado en el tramo noreste, desde donde se puede ver a través de la ventana de la torre que queda al mismo nivel la puerta de entrada a la misma (la fotografía corresponde a la campaña de 2005).

#### RESEÑA GRAFICA:





## DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E05	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491155,541	X: 491261,192	X: 1018,701
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796905,479	Y: 4797113,301	Y: 1013,208
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 69,970	Z: 20,260	Z: 506,130

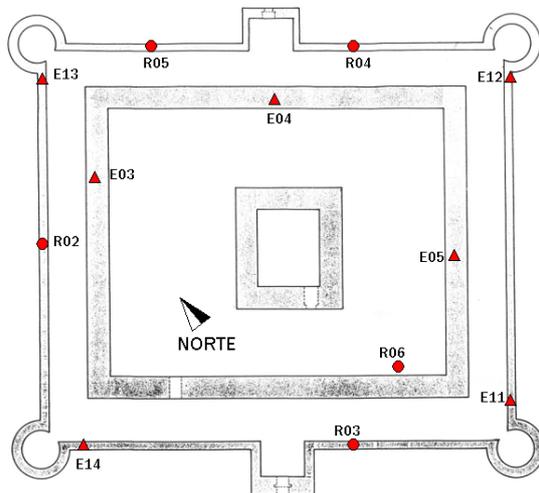
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

### RESEÑA LITERAL:

Clavo con arandela situado en el paso superior de la muralla interior, en el tramo sureste, se encuentra a unos 6 metros de la zona sin arreglar del suelo (la fotografía corresponde a la campaña 2005).

### RESEÑA GRAFICA:





### DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E11	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491149,542	X: 491255,193	X: 1024,804
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796887,497	Y: 4797095,319	Y: 995,247
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 64,945	Z: 15,235	Z: 501,105

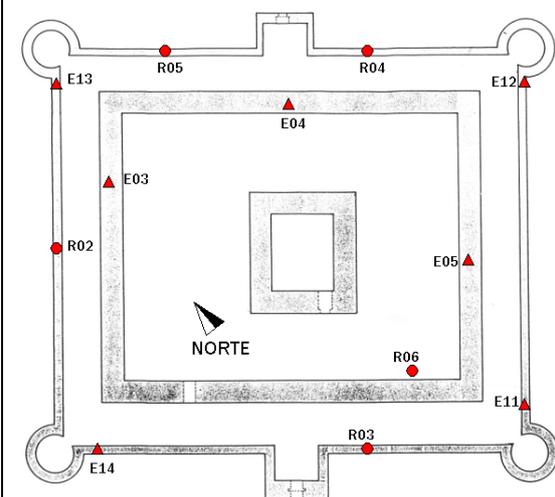
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

#### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo, en la esquina sur del mismo.

#### RESEÑA GRAFICA:





## DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E12	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491173,725	X: 491279,374	X: 1024,719
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796919,475	Y: 4797127,298	Y: 1035,368
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 64,942	Z: 15,232	Z: 501,102

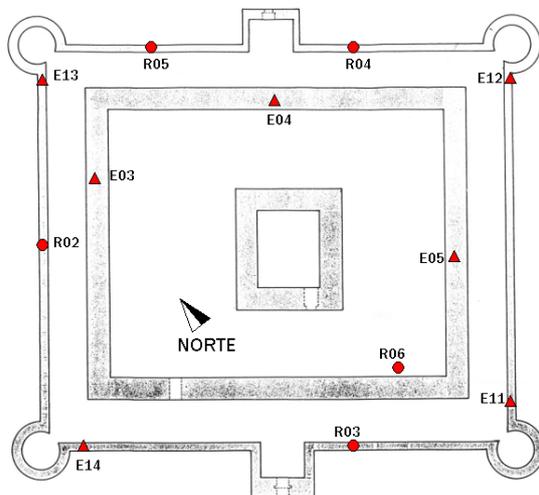
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo en la esquina este del mismo.

### RESEÑA GRAFICA:





## DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E13	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	x: 491126,985	X: 491232,631	X: 966,534
MUNICIPIO: Muskiz	y: 4796954,064	Y: 4797161,885	Y: 1034,639
PROVINCIA: Bizkaia	z: 65,462	Z: 15,752	Z: 501,622

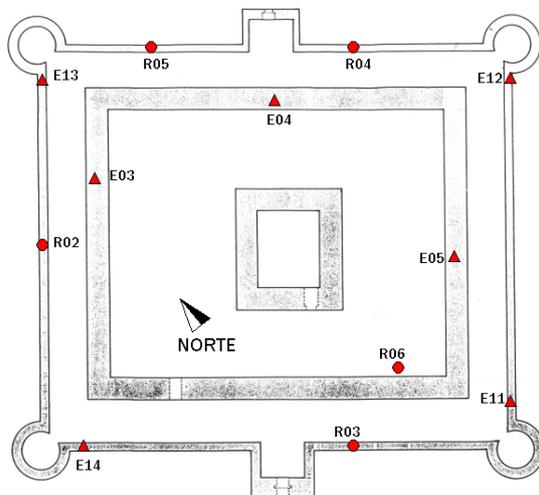
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo, en la esquina norte del mismo.

### RESEÑA GRAFICA:





## DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: E14	ERTS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491102,726	X: 491208,375	X: 970,337
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796915,846	Y: 4797123,665	Y: 989,499
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 65,406	Z: 15,696	Z: 501,566

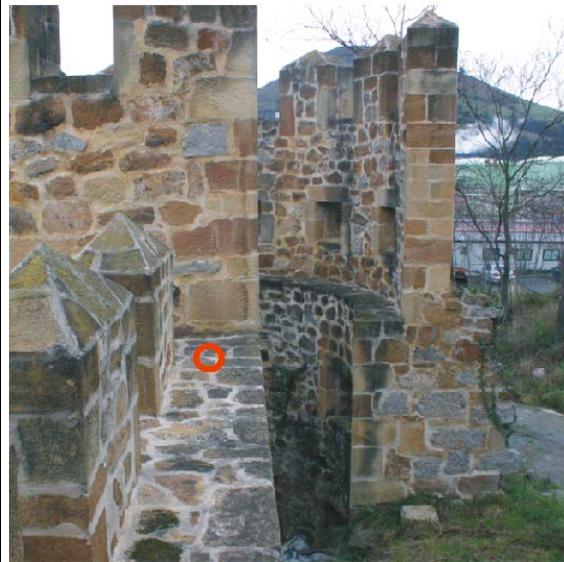
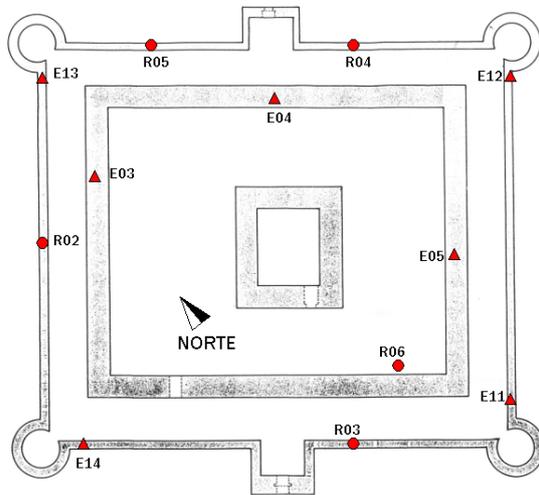
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo, en la esquina oeste del mismo.

### RESEÑA GRAFICA:





## DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: R02	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491112,659	X: 491218,307	X: 966,710
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796934,916	Y: 4797142,735	Y: 1010,708
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 65,463	Z: 15,753	Z: 501,623

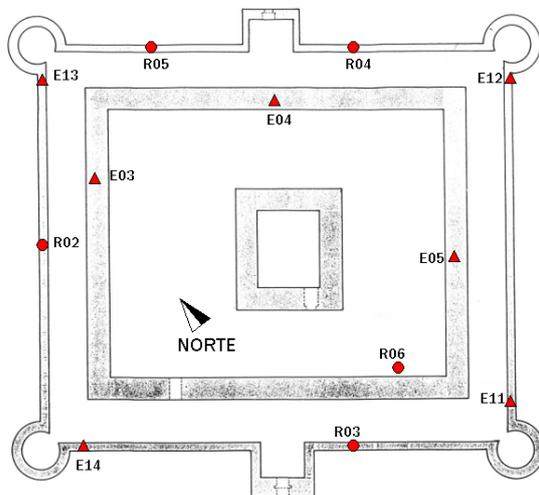
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo, en el tramo noroeste a unos 4 metros del borde roto.

### RESEÑA GRAFICA:





### DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: R03	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491127,960	X: 491233,610	X: 1001,651
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796897,335	Y: 4797105,155	Y: 990,022
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 65,414	Z: 15,704	Z: 501,574

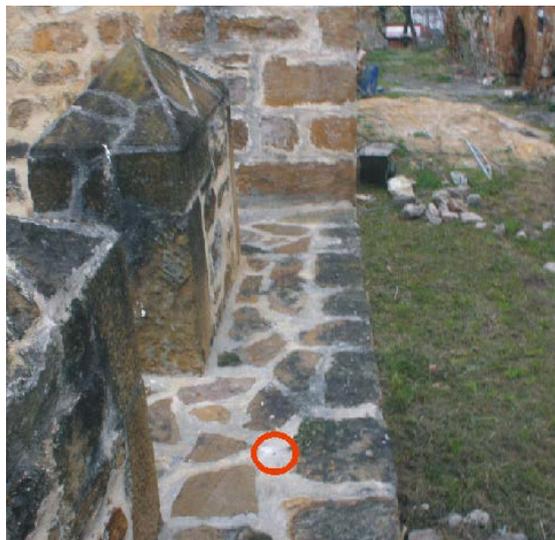
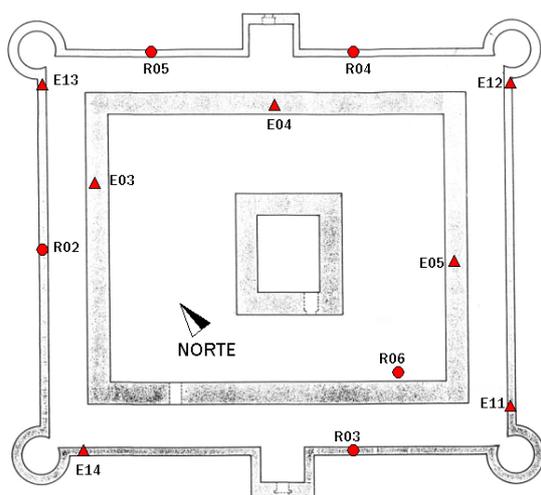
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

#### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo, a la derecha del cubo que forma la muralla en la puerta sur de la misma, entre la primera y segunda almena comenzando por el cubo.

#### RESEÑA GRAFICA:





### DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)

ESTACION N°: R04	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491163,121	X: 491268,770	X: 1008,631
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796932,093	Y: 4797139,916	Y: 1039,005
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 65,488	Z: 15,778	Z: 501,648

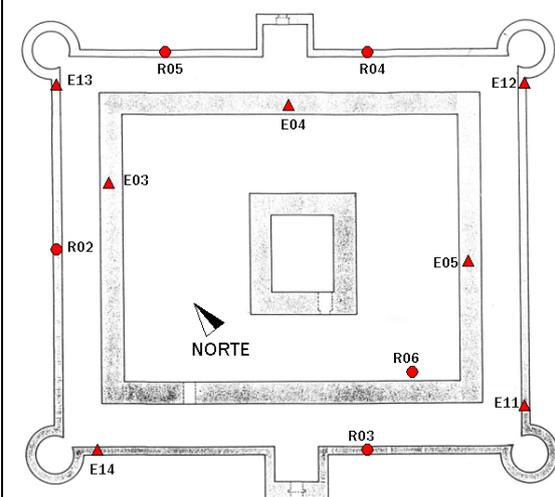
ETRS89 K : 0,999601

ED50 K:0,999601

#### RESEÑA LITERAL:

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo.

#### RESEÑA GRAFICA:





**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA  
MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE  
MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)**

ESTACION N°: R05	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491142,119	X: 491247,766	X: 982,621
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796947,412	Y: 4797155,234	Y: 1038,500
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 65,481	Z: 15,771	Z: 501,641

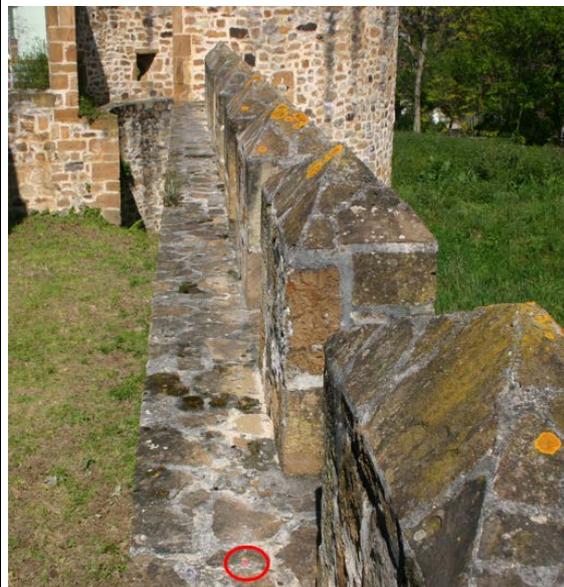
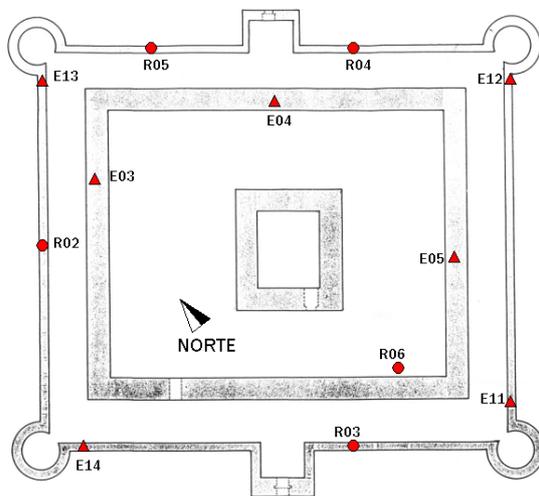
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

**RESEÑA LITERAL:**

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado en la cara superior del muro exterior que rodea al castillo.

**RESEÑA GRAFICA:**





**DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA  
MURALLA INTERIOR DEL CASTILLO DE  
MUÑATONES (MUSKIZ, BIZKAIA)**

ESTACION N°: R06	ETRS89:	ED50:	LOCALES:
FECHA: Febrero 2008	X: 491137,832	X: 491243,482	X: 1006,621
MUNICIPIO: Muskiz	Y: 4796902,121	Y: 4797109,942	Y: 999,812
PROVINCIA: Bizkaia	Z: 63,941	Z: 14,231	Z: 500,101

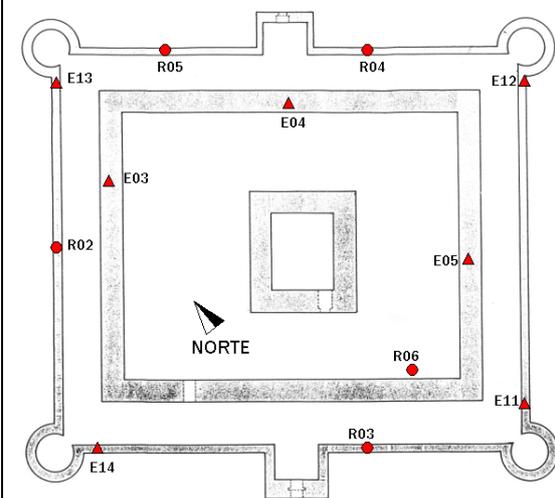
ETRS89 K: 0,999601

ED50 K: 0,999601

**RESEÑA LITERAL:**

Clavo de acero de 5 mm de diámetro con arandela y cruz grabada en su cabeza, implantado sobre una piedra en el patio interior.

**RESEÑA GRAFICA:**



Finalmente, se incluyen las coordenadas de las dianas situadas como puntos de apoyo para la rectificación de fotografías ya que aún se encuentran sobre el edificio y pueden ser de utilidad en el futuro. La siguiente lista se presenta en coordenadas locales.

Nombre	coord.X	coord.Y	coord.Z
D4_B001	1014.926	989.587	502.574
D4_B002	1009.631	989.574	502.621
D4_B003	1004.303	989.448	502.644
D4_B004	987.124	989.261	502.611
D4_B005	981.768	989.164	502.594
D4_B006	976.394	989.071	502.607
D4_B007	1019.889	995.790	500.702
D4_B008	1014.191	995.720	500.534
D4_B009	1008.754	995.684	500.459
D4_B010	1002.970	995.613	500.430
D4_B011	997.825	995.564	500.339
D4_B012	992.386	995.494	500.117
D4_B013	986.466	995.419	500.251
D4_B014	981.212	995.353	499.824
D4_B015	976.446	995.269	499.656
D4_B016	971.511	995.195	499.768
D4_B017	1019.870	995.831	506.351
D4_B018	1014.772	995.559	507.345
D4_B019	1009.954	995.641	506.164
D4_B020	1003.321	995.587	506.233
D4_B021	997.588	995.526	506.144
D4_B022	992.203	995.450	506.509
D4_B023	986.485	995.281	506.309
D4_B024	981.510	995.194	506.335
D4_B025	976.257	995.017	505.895
D4_B026	971.541	995.114	506.072
D4_B027	1019.925	995.878	500.552
D4_B028	1019.943	1001.321	500.925
D4_B029	1019.969	1007.588	500.891
D4_B030	1019.986	1014.529	500.827
D4_B031	1020.013	1021.177	500.806
D4_B032	1020.037	1027.911	500.472
D4_B033	1020.074	1034.375	500.241
D4_B034	1025.306	1032.126	501.094
D4_B035	1025.281	1024.896	501.096
D4_B036	1025.260	1018.122	501.068
D4_B037	1025.242	1010.979	501.086
D4_B038	1025.241	1004.125	501.098
D4_B039	1025.236	997.313	501.099
D4_B040	1020.093	1034.168	508.548
D4_B041	1020.091	1030.040	508.422
D4_B042	1020.055	1025.643	508.459
D4_B043	1020.006	1021.171	508.424
D4_B044	1020.015	1017.179	508.321
D4_B045	1020.029	1012.800	508.325
D4_B046	1019.978	1007.637	507.298
D4_B047	1019.992	1003.205	507.243
D4_B048	1020.028	999.857	506.375
D4_B049	1019.935	995.867	506.410
D4_B050	1019.981	1034.521	500.306
D4_B051	1014.129	1034.400	500.281
D4_B052	1007.103	1034.269	500.288
D4_B053	1000.623	1034.161	499.930

D4_B054	995.350	1034.071	499.864
D4_B055	990.111	1033.990	499.808
D4_B056	983.255	1033.888	499.642
D4_B057	976.569	1033.782	499.761
D4_B058	971.295	1033.689	499.591
D4_B059	1019.838	1034.597	508.210
D4_B060	1013.877	1034.451	507.938
D4_B061	1008.818	1034.336	508.020
D4_B062	1003.031	1034.198	507.785
D4_B063	997.415	1034.120	508.072
D4_B064	991.761	1034.037	507.575
D4_B065	986.150	1033.963	507.968
D4_B066	980.725	1033.887	507.516
D4_B067	974.993	1033.816	508.177
D4_B068	971.177	1033.730	508.039
D4_B069	1016.719	1039.521	502.697
D4_B070	1011.212	1039.504	502.635
D4_B071	1005.693	1039.354	502.667
D4_B072	1000.226	1039.248	502.686
D4_B073	990.740	1039.128	502.673
D4_B074	985.322	1039.055	502.611
D4_B075	979.799	1038.966	502.585
D4_B076	974.384	1038.850	502.634
D4_B077	971.189	1033.597	499.662
D4_B078	971.239	1028.413	499.639
D4_B079	971.294	1022.966	499.525
D4_B080	971.339	1017.798	499.413
D4_B081	971.393	1013.187	499.529
D4_B082	971.433	1007.638	499.394
D4_B083	971.430	1001.955	499.531
D4_B084	971.427	995.379	499.662
D4_B085	971.133	1033.618	507.861
D4_B086	971.167	1028.631	505.645
D4_B087	971.244	1023.198	506.144
D4_B088	971.349	1017.873	506.451
D4_B089	971.340	1013.090	506.407
D4_B090	971.348	1006.586	505.877
D4_B091	971.274	1000.310	505.859
D4_B092	971.376	995.311	506.058
D4_B093	965.927	1031.667	501.586
D4_B094	965.957	1027.008	501.596
D4_B095	966.000	1021.846	501.595
D4_B096	966.029	1016.500	501.601
D4_B097	966.048	1010.924	501.581
D4_B098	966.103	1006.505	501.608
D4_B099	967.201	993.010	499.473
D4_B100	967.195	992.694	501.261

### **Anexo 3.- Esquema de metadatos (ldgp\_metadata v01)**

El concepto “metadato” se suele definir como la información sobre la información. Este término, que proviene del ámbito de la biblioteconomía, tiene un gran interés, hoy en día, por su aplicación a Internet ya que posibilita la realización de búsquedas. A modo de ejemplo, en el caso concreto de un tipo de documento gráfico del tipo fotografía, los metadatos posibles serían entre otros: autor, lugar fotografiado, fecha de la toma, características de la cámara y de la toma.

Es por ello que se están dando pasos significativos para su definición e incorporación a los diferentes tipos de productos. El Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (EHU-UPV) ha desarrollado una versión preliminar centrada en cartografía tridimensional de elementos patrimoniales, especialmente en modelos geométricos de edificios históricos, aunque se pretende dejar la definición lo suficientemente abierta como para que pueda utilizarse en otras aplicaciones.

Evidentemente, la utilidad de los metadatos reside en el hecho de que el usuario sea capaz de identificarlos correctamente, por lo que deben estar estandarizados. A este respecto existen varios grupos de trabajo y diferentes normas (Dublín Core, ISO 19115, ...) sin embargo, estas normas no pueden abarcar toda la variedad de información necesaria para todas las aplicaciones posibles y se limitan a los conceptos más generales, dejando siempre cierto margen para la definición de metadatos adicionales.

En este documento se presenta una primera propuesta de personalización aplicada al ámbito de trabajo antes citado (cartografía tridimensional de elementos patrimoniales), es decir, una selección de metadatos y una forma de organizarlos.

Esta propuesta corresponde a una estructura de base de datos.

La información que se detalla a continuación corresponde a una ficha que acompañará a cada documento (en este caso archivo informático), la forma en que se añade a él puede ser variada: desde un simple archivo de texto adjunto, a ir insertado dentro de la cabecera como comentario, o utilizar las opciones que tenga para la descripción.

A continuación se muestra un ejemplo de la información que formaría esta ficha:

```
# METADATA
# BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento
# metadata_type: ldgp_metadata_v0.1
# metadata_type_definition: Número en el Registro Propiedad Intelectual 00/2006/4163
# metadata_type_description:
http://www.vc.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp_metadata_v0_1es.pdf
# BLOQUE 2: Estándar general de metadatos (Dublin Core)
# Title: Modelo Virtual del Castillo de Cornago (La Rioja, Spain)
# Creator: ldgp
# Subject: castillo, vrml, cornago, rioja
# Description: Modelo virtual VRML con textura fotográfica rectificada.
# Publisher: ldgp
# Contributor: none
# Date: 20060110
# Type: 3d
# Format: vrml 2.0
# Identifier: ldgp_2006_vrml_003
# Source: Documentación Geométrica y Modelado Virtual del Castillo de Cornago (La Rioja)
# Language: es-ES
# Relation: http://www.vc.ehu.es/docarq
# Coverage: 2005
# Rights: Ayuntamiento de Cornago
# BLOQUE 5: Leyenda
# legend(1): Elementos con textura fotográfica, geometría medida por métodos topográficos (precisión 2 cm) y textura
obtenida por rectificación (precisión 20 cm).
# legend(2): Azul, geometría medida por topografía pero sin textura fotográfica
disponible.
# legend(3): Rojo, geometría completada de la que sólo se dispone de datos aislados, sin
textura fotográfica.
# legend(4): Otros, geometría del entorno medida por topografía y sin textura
fotográfica (verde: hierba, gris:roca, marrón: construcciones).
# BLOQUE N: Parámetros adicionales
# add_par_definition(1): Finalidad del trabajo.
# add_par_value(1): Documentación previa al trabajo de restauración.
# add_par_definition(2): Método utilizado para la rectificación de fotografías.
# add_par_value(2): Programa de modelado del LDGP
# add_par_definition(3): Resolución de texturas fotográficas a máximo detalle
# add_par_value(3): 2x2 cm
# add_par_definition(4): Resolución de texturas fotográficas a mínimo detalle
# add_par_value(4): 10x10 cm
```

El campo clave para la clasificación de los archivos es el “Identifier” que en el ejemplo anterior tiene el valor de:

```
# Identifier: ldgp_2006_vrml_003
```

Éste será un número de registro único que identificará el conjunto de datos. El resto son campos de información de tipo texto sobre los cuales ir realizando búsquedas.

La información que se muestra en el ejemplo, es lo que leerá el usuario para conocer las características del fichero informático al que describe. Dado que cada archivo sólo contiene una ficha de información no es necesario ordenarla según ningún criterio.

Otro aspecto es el registro que lleve el productor de estos modelos, que deberá contar con una relación de las diferentes fichas que ha introducido en los archivos. En este caso sí que se utilizará el campo “Identifier” para la ordenación.

Como se ha descrito, generalmente, se tratará de un archivo de texto adjunto o insertado dentro del archivo al que describe por lo que se realizará una lectura secuencial identificando previamente su situación y las cabeceras que indican cada valor.

La información se ha organizado según los siguientes bloques temáticos, de los cuales, los dos primeros son obligatorios y los restantes opcionales según las características del elemento a documentar:

- BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento.
- BLOQUE 2: Estándar general de metadatos.
- BLOQUE 3: Bibliografía.
- BLOQUE 4: Hipótesis.
- BLOQUE 5: Leyenda.
- BLOQUE N: Parámetros adicionales.

Los bloques 2, 3 y 4 corresponden a la recomendación dada por el profesor B. Frisher (Frisher B., "Misión and Recent Projects of the UCLA Cultural Virtual Reality Laboratory". Proceedings of the conference: Virtual Retrospect. Ausonius, Bordeaux (Francia) 2004. ISBN: 2-910023-48-6).

### **Bloque 1: Estándar seguido en el documento**

En este bloque se indicará el formato seguido a la hora de presentar los metadatos, los campos a incluir son:

Nombre	Formato	Explicación
Metadata_type	Texto	Definición que sigue la lista de metadatos.
Metadata_type_definition	Texto	Número de registro donde está depositada la definición original.
Metadata_type_description	Texto	Acceso a una copia de la definición.

#### **Ejemplo:**

```
# BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento
# metadata_type: ldgp_metadata_v0.1
# metadata_type_definition: Número en el Registro Propiedad Intelectual 00/2006/4163
# metadata_type_description:
http://www.vc.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp_metadata_v0_1es.pdf
```

Con el fin de garantizar la coherencia e integridad de la definición, se ha depositado una copia en el Registro de Propiedad Intelectual (España). Esta inscripción sólo tiene por objetivo que exista una copia oficial de la organización de los campos aquí descritos sin que presuponga ninguna atribución de autoría sobre los propios campos, los cuales, han sido seleccionados de diferentes trabajos existentes.

## Bloque 2: Estándar general de metadatos

Aquí se incluirán los metadatos recomendados por algún estándar general, para esta versión preliminar se han seleccionado los correspondientes al Dublín Core (<http://es.dublincore.org/>) por su simplicidad y amplia difusión, su descripción es la siguiente:

Nombre	Formato	Explicación
title	Texto	Nombre mediante el cual se conoce el recurso.
creator	Texto	Persona u organización que lo ha creado.
subject	Texto	Lista de palabras clave.
description	Texto	Texto breve que describe el contenido del recurso.
publisher	Texto	Nombre de la persona, empresa u organización que consigue que este recurso esté disponible (ej. editor).
contributor	Texto	Persona u organización que, sin ser el creador principal, ha realizado alguna contribución al recurso.
date	yyyymmdd	Fecha de creación.
type	Texto	Tipo abstracto de recurso: imagen, video, 3d, texto,...
format	Texto	Características técnicas del recurso (ej. formato específico del archivo informático).
identifier	Texto	Identificador formal del recurso como ISBN, URI, etc.
Source	Texto	El recurso desde donde se origina el presenta recurso.
Language	Texto	Código de idioma, ISO-639 y de país ISO-3166.
Relation	Texto	Una referencia a un recurso que se encuentra de alguna manera relacionado con el actual.
Coverage	Texto	Ubicación, época o jurisdicción que cubre el recurso.
Rights	Texto	Información sobre derechos de autor, patentes, marcas y otras restricciones sobre el contenido del recurso.

### Ejemplo:

```
# BLOQUE 2: Estándar general de metadatos (Dublin Core)
# title: Modelo Virtual del Castillo de Cornago (La Rioja, Spain)
# creator: LDGP
# subject: castillo, vrm1, cornago, rioja
# description: Modelo virtual VRML con textura fotográfica.
# publisher: LDGP
# contributor: none
# date: 20060110
# type: 3d
# format: vrm1 2.0
# identifier: ldgp_2006_vrm1_001
# source: Doc. Geométrica y Modelado Virtual del Castillo de Cornago
# language: es-ES
# relation: http://www.vc.ehu.es/docarq
# coverage: 2005
# rights: Ayuntamiento de Cornago
```

### Bloque 3: Bibliografía (Opcional)

En este bloque se reseñarán las diferentes fuentes bibliográficas que se han utilizado para la confección del modelo, está pensado sobre todo para modelos virtuales de tipo “recreación”, es decir, imágenes en las que se presentan visiones hipotéticas de edificios que, generalmente, ya han desaparecido, y en las que se plasma el conocimiento que existe sobre él a partir de otras fuentes (excavaciones arqueológicas, descripciones, grabados, etc...).

Como ya se ha indicado, este bloque está especialmente indicado para los modelos virtuales de recreación, por lo tanto su carácter es opcional ya que otros modelos pueden no necesitarlo.

Nombre	Formato	Explicación
bibliography(1)	Texto	Referencia bibliográfica 1.
bibliography(2)	Texto	Referencia bibliográfica 2.
bibliography(3)	Texto	Referencia bibliográfica 3.
...	Texto	...
bibliography(n)	Texto	Referencia bibliográfica n.

#### Ejemplo:

```
# BLOQUE 3: Bibliografía.
# bibliography(1): Senso J.A., Piñero A.R., "El concepto de Metadato. Algo más que descripción de recursos electrónicos.", Ci. Inf. Brasilia, v.32, n.2, p.95-106, maio/ago. 2003.
.....
```

### Bloque 4: Hipótesis (Opcional)

En este bloque se incluirán las deducciones e hipótesis utilizadas en la definición del modelo virtual. Al igual que en el caso anterior, este bloque está pensado en principio para los modelos virtuales de recreación por lo que su carácter es opcional dado que en otros tipos de modelos puede no tener aplicación.

Nombre	Formato	Explicación
hypothesis(1)	Texto	Hipótesis de trabajo 1.
hypothesis(2)	Texto	Hipótesis de trabajo 2.
hypothesis(3)	Texto	Hipótesis de trabajo 3.
...	Texto	...
hypothesis(n)	Texto	Hipótesis de trabajo n.

#### Ejemplo:

```
# BLOQUE 4: Hipótesis.
# hypothesis(1): La decoración del techo se ha reconstruido a partir de fragmentos de estuco descubiertos durante la excavación arqueológica.
# hypothesis(2): Se ha supuesto una estructura de vigas de madera dado que se han encontrado dos apoyos en la cabecera del edificio, su morfología corresponde al ejemplo cercano de ***.
# hypothesis(3): Aunque no hay información al respecto, se ha considerado lógico suponer que existiría una zona porticada exterior según es habitual en este tipo de construcciones.
.....
```

## Bloque 5: Leyenda (Opcional)

En este bloque se describirá el significado de las diferentes clases que aparecen en el modelo. Se puede utilizar también para definir las características principales de cada una de estas clases. Se considera opcional ya que no todos los modelos disponen de elementos de diferentes características.

Nombre	Formato	Explicación
legend(1)	Texto	Clase 1.
legend(2)	Texto	Clase 2.
legend(3)	Texto	Clase 3.
...	Texto	...
legend(n)	Texto	Clase n.

### Ejemplo:

```
# BLOQUE 5: Leyenda.
# legend(1): Elementos con textura fotográfica: geometría medida por métodos
topográficos (precisión 2 cm) y textura obtenida por rectificación (precisión 10 cm).
# legend(2): Azul: geometría definida por métodos topográficos pero sin textura
fotográfica disponible.
# legend(3): Rojo: geometría completada de la que sólo se dispone de datos aislados, sin
textura fotográfica.
# legend(4): Otros: geometría del entorno medida por topografía y sin textura
fotográfica.
```

## Bloque N: Parámetros adicionales (Opcional)

Finalmente se permite la definición de otros datos que se consideren de interés pero que no hayan quedado reflejados en los bloques anteriores, para ello se utilizarán parejas de metadatos en la que se indica la descripción del metadato y su valor.

Nombre	Formato	Explicación
add_par_definition(1)	Texto	Definición del primer parámetro adicional.
add_par_value(1)	Texto	Valor del primer parámetro adicional.
add_par_definition(2)	Texto	Definición del segundo parámetro adicional.
add_par_value(2)	Texto	Valor del segundo parámetro adicional.
...	Texto	...
add_par_definition(n)	Texto	Definición del enésimo parámetro adicional.
add_par_value(n)	Texto	Valor del enésimo parámetro adicional.

### Ejemplo:

```
# BLOQUE N: Parámetros adicionales.
# add_par_definition(1): Método utilizado para la rectificación fotográfica.
# add_par_value(1): Programa de Autocalibración del LDGP.
# add_par_definition(2): Finalidad del trabajo.
# add_par_value(2): Documentación previa al trabajo de restauración.
```

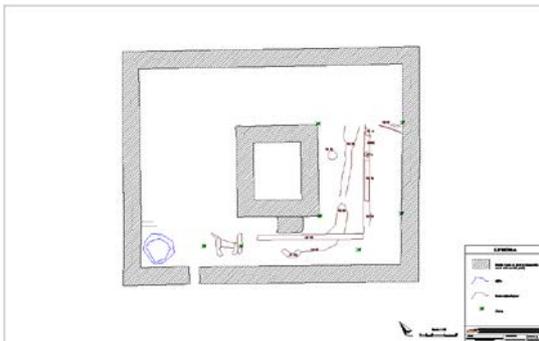
A partir de estos parámetros adicionales se irán generando en el futuro nuevos bloques temáticos.

#### **Anexo 4.- Contenido del CD**

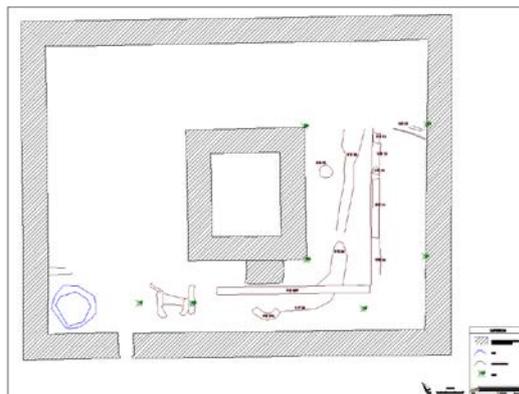
El CD que acompaña este proyecto está organizado según la estructura siguiente:

- Fotografías: colección de fotografías de los alzados exteriores de la muralla exterior tomadas desde el jalón telescópico a una distancia variable (entre 3 y 15 metros).
- Memoria: incluye una copia de este documento en formato .pdf.
- Modelo Geométrico: se presentan tres ficheros CAD (formatos .dwg y .dxf):
  - LDGP\_MUN\_excavación: que incluye las unidades arqueológicas documentadas en el patio a indicación de la arqueóloga responsable de las mismas Dña. Sonia Añibarro. Incluye dos planos en planta a escalas 1:100 y 1:50.
  - LDGP\_MUN\_modelogeométrico: modelo que contiene la geometría de la muralla e incluye la torre de la documentación realizada en 2005. Incluye perspectivas, secciones y los alzados interiores de la muralla.
  - LDGP\_MUN\_ortos: alzados correspondientes al exterior de la muralla, como ortofotografías y vectoriales.
- Multimedia: presentación multimedia del proyecto.
- Modelo Virtual: modelos interactivos del conjunto de la torre y la muralla interior en formatos VRML (incluye un visor gratuito para Windows®) y SketchUp (incluye el instalador del programa).
- Útil: se incluye la descripción de los formatos DXF y VRML.

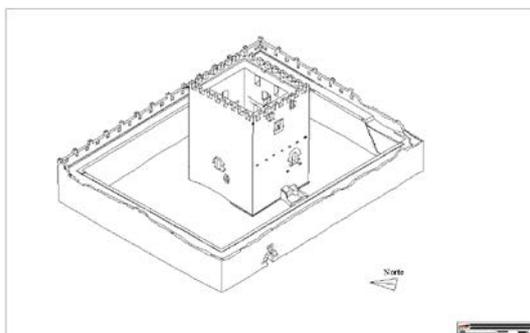
## **Anexo 5.- Listado de Planos**



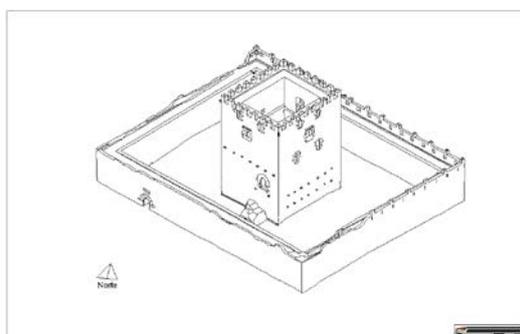
01.- Planta de las excavaciones  
(1:100)



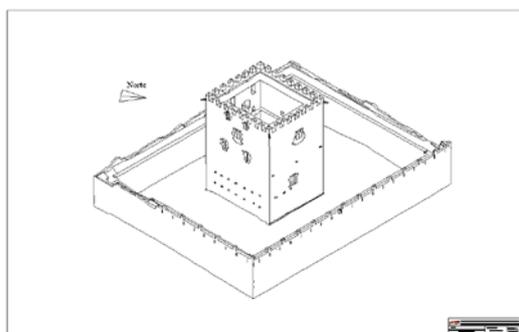
02.- Planta de las excavaciones (1:50)



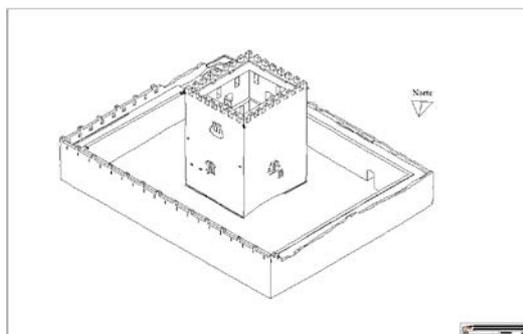
03.- Perspectiva desde el Oeste



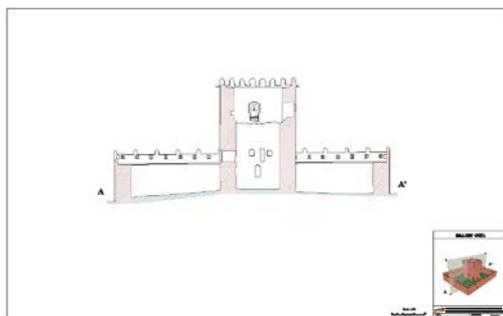
04.- Perspectiva desde el Sur



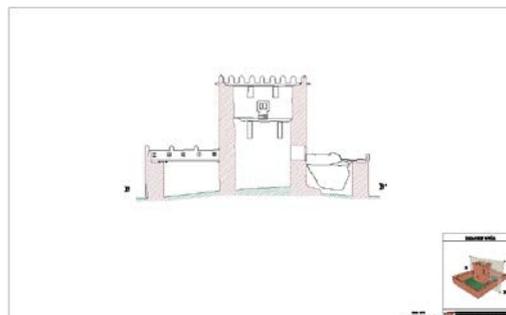
05.- Perspectiva desde el Este



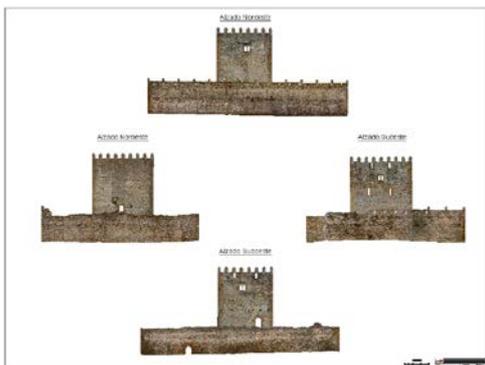
06.- Perspectiva desde el Norte



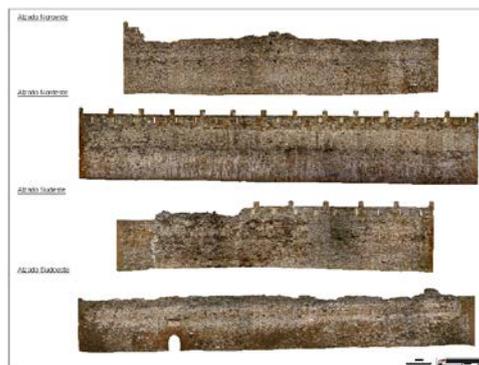
07.- Sección NO-SE (1:100)



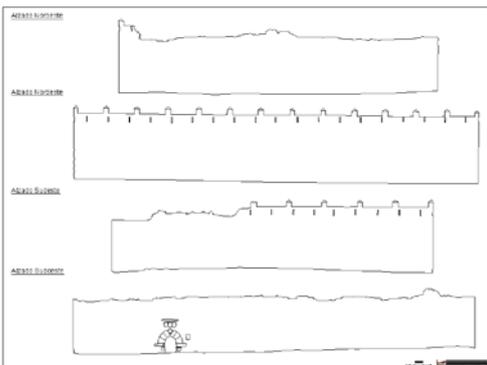
08.- Sección NE-SO (1:100)



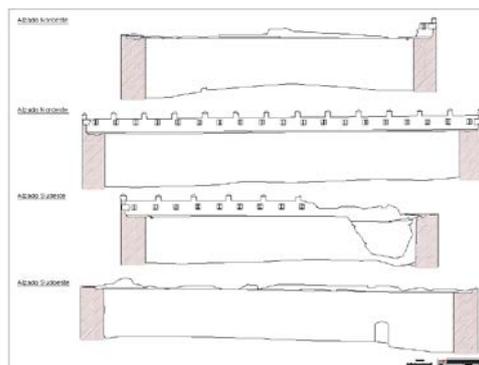
09.- Ortofotografías de los alzados exteriores de la muralla (1:100)



10.- Ortofotografías de los alzados exteriores (1:50)



11.- Alzados exteriores (1:50)



12.- Alzados interiores (1:50)



**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>



UPV EHU