

El uso del Láser Escáner 3D en Arqueología de la Arquitectura

Utilização do varrimento laser 3D em Arqueologia da Arquitectura

Using 3D laser scanning in Archaeology of Architecture

Patricia Mañana-Borrazás y
Rebeca Blanco-Rotea

Laboratorio de Patrimonio (LaPa)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Santiago de Compostela

Lisboa

31 de enero de 2011



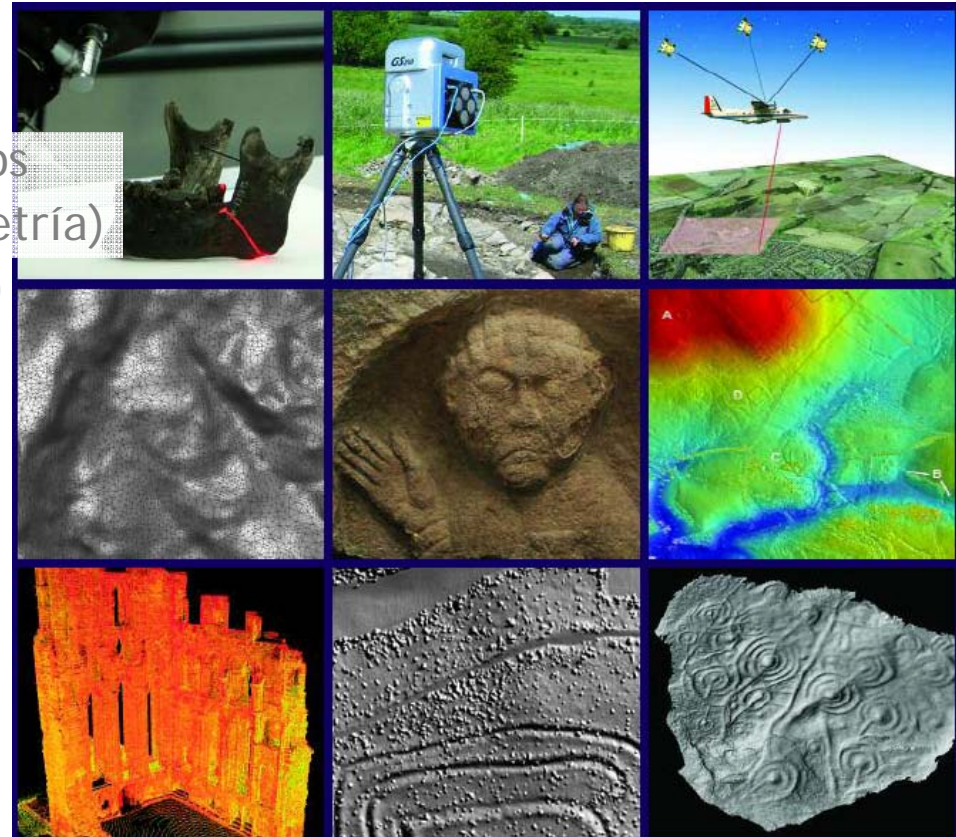
Esquema

- Cuestiones generales del Láser Escáner 3D
 - Proceso de trabajo
- Un caso concreto :
 - Sta. Eulalia de Bóveda (Lugo)
- Un caso integrado:
 - Propuesta de documentación geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)
- Más info en <http://digital.csic.es/>



Documentación geométrica en Patrimonio

- Fases básicas
 - 1º. Adquisición de datos:
 - Planificación según objetivos
 - Sensores Pasivos (fotogrametría)
 - Sensores Activos (láser, luz)
 - 2º. Post-procesado:
 - Depuración de los datos
 - Control de calidad
 - Edición, selección de datos
 - Procesado datos, analíticas
 - 3º. Resultados:
 - Archivo digital
 - Representaciones
 - Reproducciones-réplicas



2007. *3D Laser Scanning for Heritage. Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture.* English Heritage.

Láser Escáner Terrestre

- Herramientas topográficas:
Láser Escáner 3D (HDS3000 Leica)
 - Escáner Láser de impulsos con cámara fotográfica incorporada y resolución máx. 2mm
 - Rango de trabajo:
 - Objetos/espacios medianos y grandes
 - Puede medir superficies que se encuentran desde 1m hasta 300m
 - Capacidad de captura: máx.1 punto cada 2mm
 - Obtienes nubes de puntos
 - 1 posición: entre 1-2 h de captura de datos en campo.

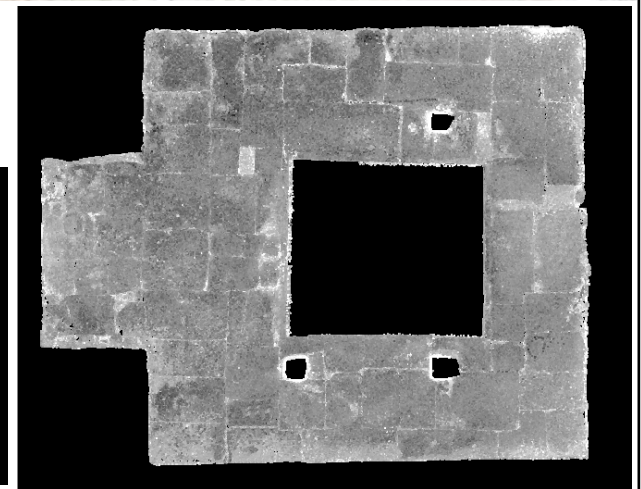
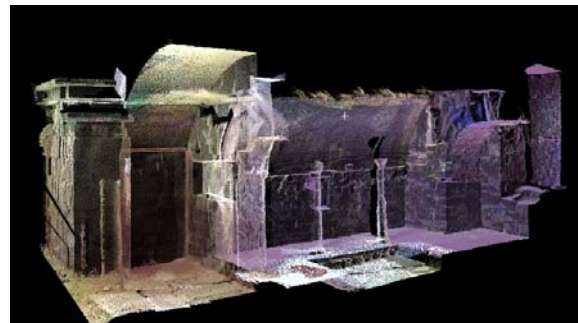
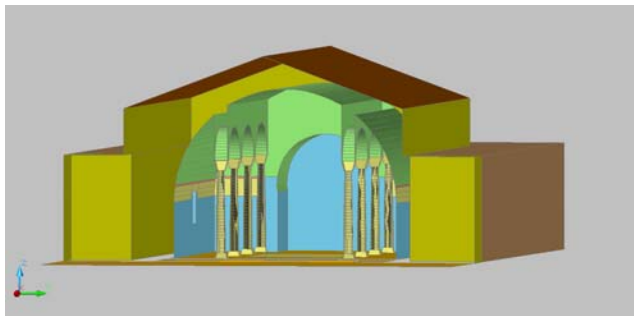


Espacios arquitectónicos



Sta Eulalia de Bóveda (Lugo)

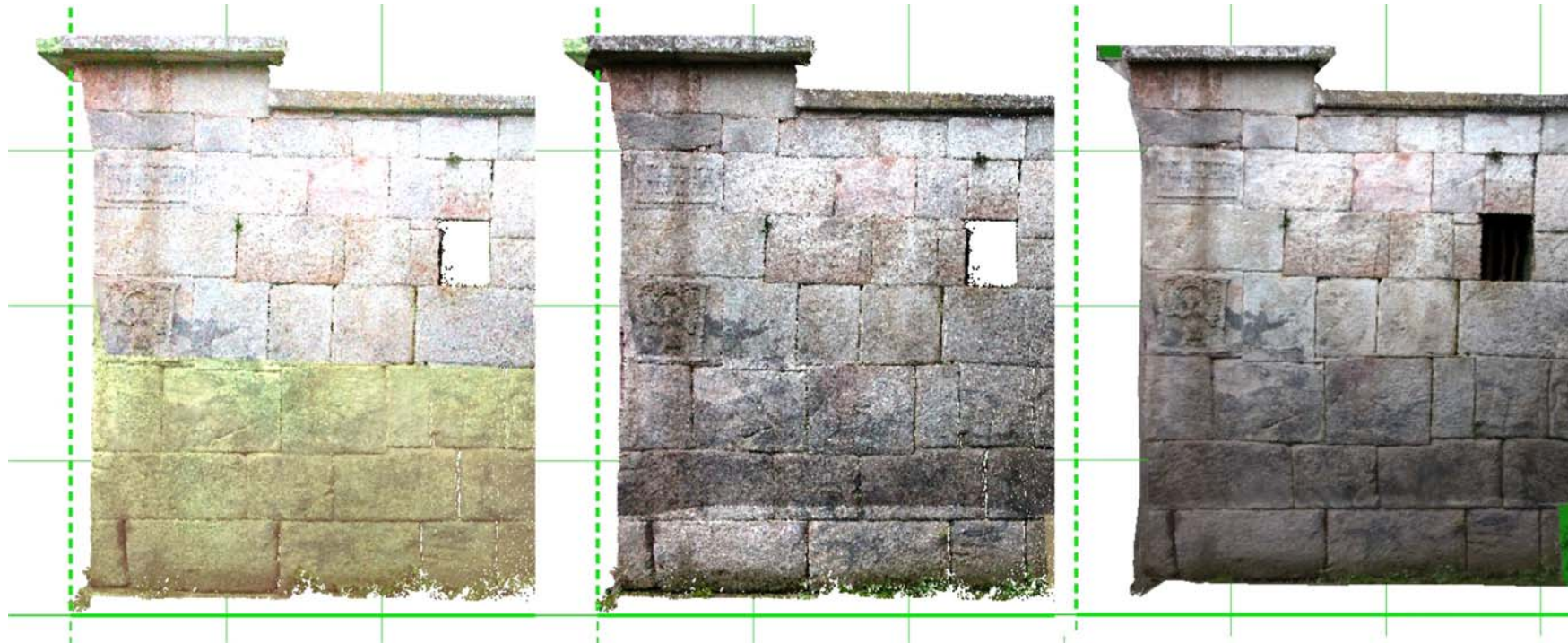
- **Objetivos:** Registro volumétrico del interior y exterior de un edificio histórico con varias fases constructivas; dibujo volumen y enlosado.
- **Trabajo Campo:** 2 técnicos, 4,5 días
15 posicionamientos, resolución de 5 x 5 mm (+2 días Estación y GPS).
- **Trabajo Gabinete:** 1 técnico de CAD, 40 días.
- **Resultados :**
 - Nube de 50 millones de puntos
 - registro en detalle de grabados, pinturas, etc.
 - dibujos volumétricos 3D AutoCAD
 - secciones 2D AutoCAD
 - dibujo "piedra a piedra"
 - reconstrucción 3D por fases
 - archivo digital de puntos de alta resolución



Espacios arquitectónicos



Sta Eulalia de Bóveda (Lugo)

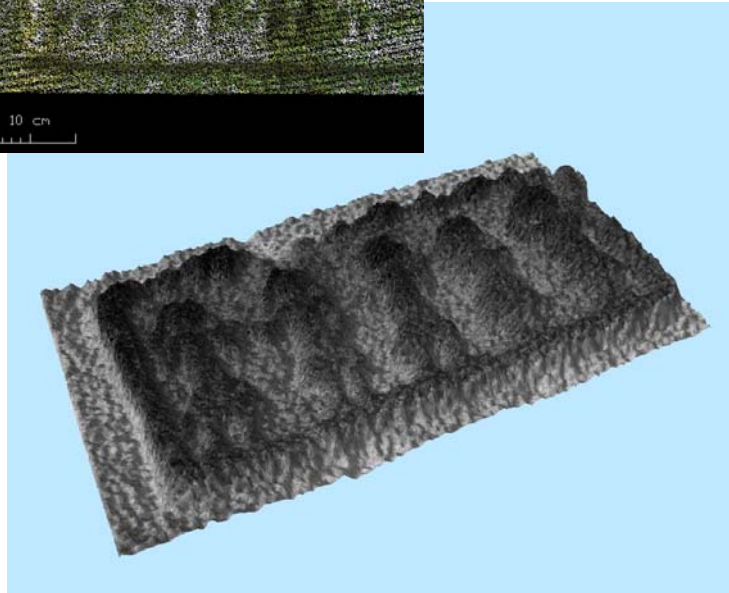
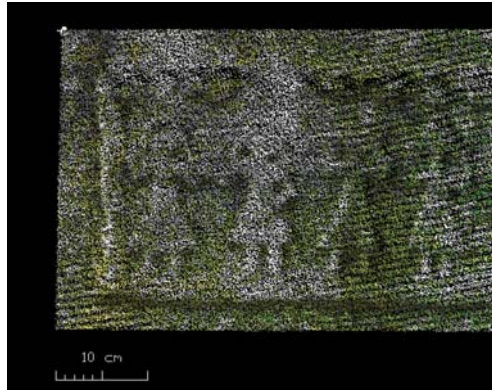


Ortoimágenes de un alzado (retícula de 1 x 1m):

- izquierda, nube de puntos con RGB de imágenes capturadas por el escáner;
- centro, nube de puntos con imágenes rectificadas;
- derecha, malla triangulada con imagen rectificada.

Espacios arquitectónicos

Sta Eulalia de Bóveda (Lugo)

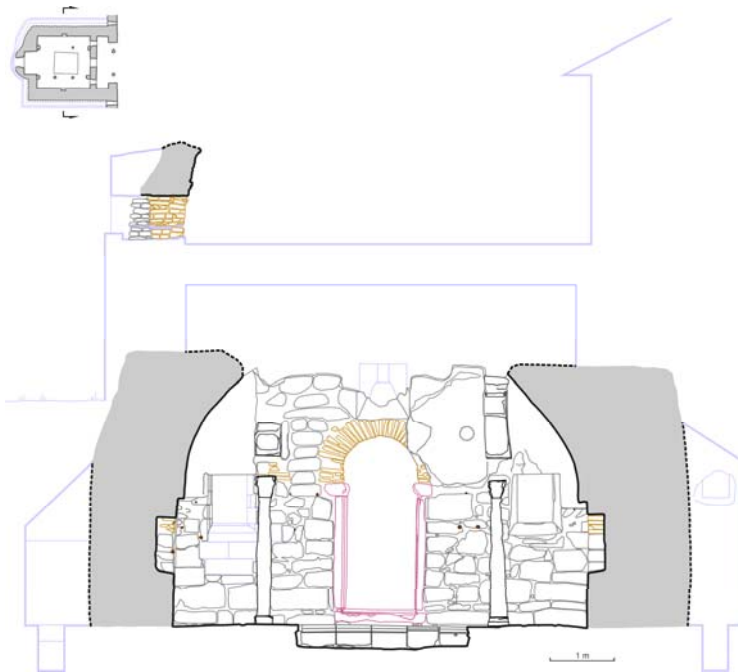


- Valoración

- Registro en detalle de bajorrelieves.
- Aplicación de analíticas geoespaciales para aumentar su representatividad

Espacios arquitectónicos

Sta Eulalia de Bóveda (Lugo)



- Valoración

- Aumento de la precisión y calidad del registro volumétrico.
- Capacidad de respuesta ante la petición dibujo de más detalle (dibujo del aparejo) una vez acabado el registro en el sitio.
- Reducción del tiempo de trabajo de campo.

Herramientas de documentación geométrica



- Comparación entre distintos métodos de registro de un mismo elemento (Sta Eulalia de Bóveda, Lugo)

Método de Registro	Trabajo de Campo			Trabajo de Post-Proceso			Resultados
	Equipo	Horas	Instrumentos /Programa	Equipo	Horas	Instrumentos	
Dibujo Manual a escala	1 técnico	40 h	Nivel, plomada, cinta métrica	1 técnico	8	Tableta digitalizadora, AutoCad 2D	Dibujo en 2D detalle "piedra a piedra"
Estación Total Topográfica Leica TCRP1203	1 técnico	5 h para UE + 9 h barrido	Estación, trípode	1 técnico	12	Leica Geo Office, AutoCad	Nube de puntos, para dibujo en 3D del volumen general y contorno UE
Láser Escáner 3D Leica HDS3000	1 / 2 técnicos	2 h desde 4 posiciones distintas	Estación, Escáner, trípodes, baterías, PC, <i>Leica Cyclone</i>	1 técnico	20	<i>Leica Cyclone</i> , <i>Leica Cloudworx</i> (plug-in para AutoCad), AutoCad 3D	Nube de puntos, ortoimágenes, dibujo en 3D: contorno y detalle "piedra a piedra"

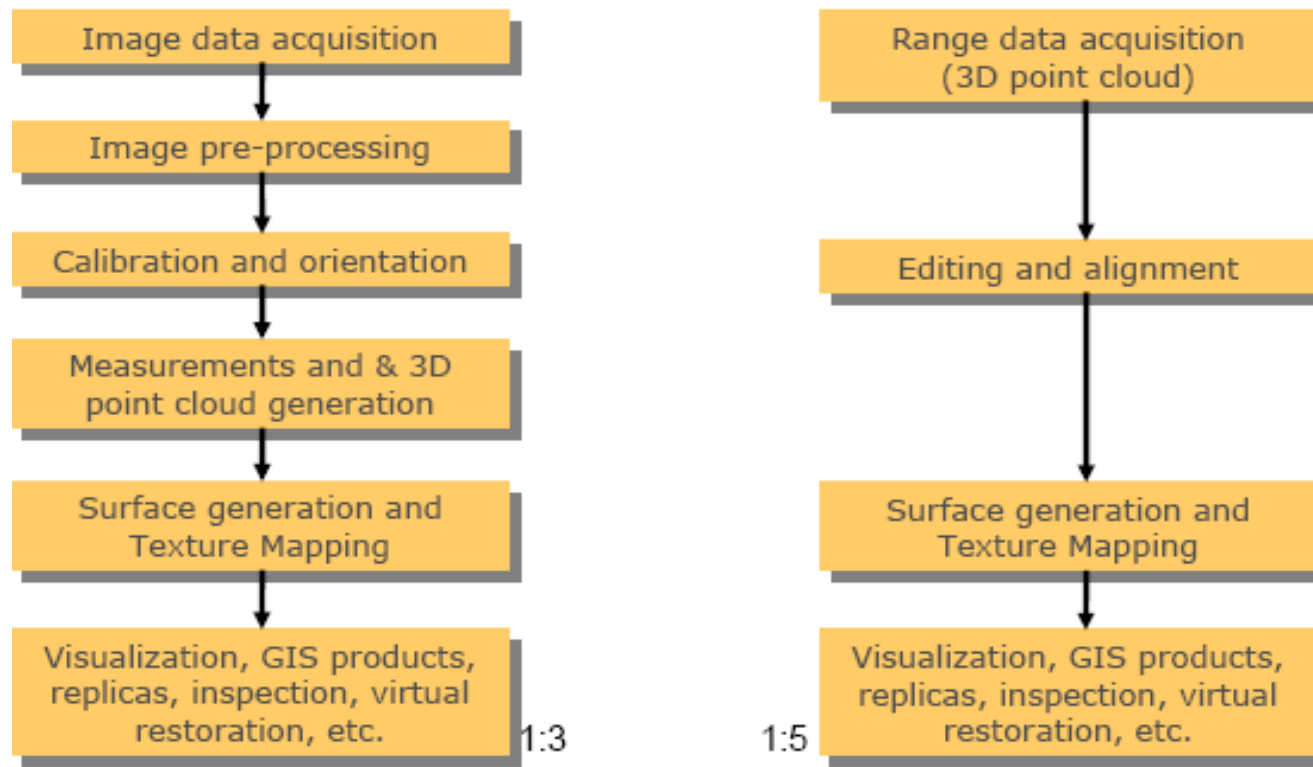
Herramientas de documentación geométrica



- Otras experiencia, Fabio Remondino (FBK, Trento) (Remondino 2006, 2010)

3D MODELING: IMAGE- VS RANGE-BASED PIPELINE

- Photogrammetry = passive method (passive sensors) = image-based method
- Laser scanner = active method (active sensors) = range-based method



Propuesta de documentación geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

OBJETIVOS:

- Evaluar distintos métodos de documentación habituales:
 - Medidas tomadas a mano con cinta métrica
 - Instrumental topográfico (GPS, Estación total, etc.)
 - Fotogrametría
 - Láser Escáner 3D
- Evaluar la relación entre las necesidades de documentación del proyecto - calidad levantamiento - costes
- Identificación de necesidades básicas de la documentación geométrica en edificios.

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Ejecución

- Levantamientos con distinta intensidad:
 - Exterior (fachadas)
 - Interior + Exterior
- En edificios prototipo:
 - monumental,
 - monumento singular exento,
 - de viviendas en espacio abierto,
 - de viviendas en espacio estrecho.



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Pero también, una oportunidad de difusión pública



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Pero también, una oportunidad de difusión pública



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

O *Consortio da Cidade de Santiago de Compostela* traballa dende distintos ámbitos en prol da protección e promoción do patrimonio da cidade. Para elo, está a por en marcha un **Sistema de Información Patrimonial (SIP)** no que converxen distintas temáticas, coma o Turismo, o Patrimonio e a oferta Cultural, o Espazo Público e o medio ambiente urbano.

Para que o SIP sexa rentable e útil, ten que recoller tanto información do pasado coma a máis actual.

Nestes momentos, no **Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe** do IEGPS (CSIC-XuGa) estamos a traballar para propoer como facer un rexistro dos elementos arquitectónicos do casco histórico de Compostela, tanto dos edificios modestos coma dos máis senlleiros, coma pazos ou igrexas, sen esquecernos dos elementos que se sitúan nos espazos públicos, coma fontes, estatuas, etc.

Para facer un rexistro do patrimonio arquitectónico compostelano, dentro deste proxecto estamos a traballar en varias fronteiras:

- consulta dos documentos antigos, para recoller a información escrita conservada nos distintos arquivos da cidade en relación con dito edificio;
- lectura estratigráfica dos edificios, coa que se pode identificar a evolución e cambios que se foron dando neles ó longo do tempo;
- levantamento topográfico de elementos arquitectónicos en 3D, cunha alta precisión e detalle.

Agora estás vendo como facemos o levantamento topográfico deste edificio, que só é unha pequena parte deste amplo proxecto en prol da protección e promoción do patrimonio arquitectónico de Compostela.



Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe
Instituto de Estudos Galegos Padre Sarmiento

O *Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe* pertence a un dos Institutos que o **CSIC** ten en Galicia: o *Instituto de Estudos Galegos Padre Sarmiento*. Temos unha estreita colaboración coa **USC** por medio da nosa asociación co *Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe* do IIT da USC. Ambos laboratorios comparten unha mesma filosofía de traballo e teñen liñas de acción complementarias.

A nosa sede está no edificio do Hospitaliño de San Roque, na Rúa San Roque 2, en Santiago de Compostela, aínda que o noso traballo desenvólvese por toda Galicia ademais de diversos proxectos tanto no resto da península coma en Europa, América do Sur e mesmo África.

Dende ambos laboratorios, estamos a desenvolver diversas liñas de investigación e de acción, que van dende a posta en valor de xacementos arqueolóxicos, ata o seguimento de obras ou a difusión do noso traballo e os seus resultados a través de excursións, charlas, obradoiros, roteiros, etc.

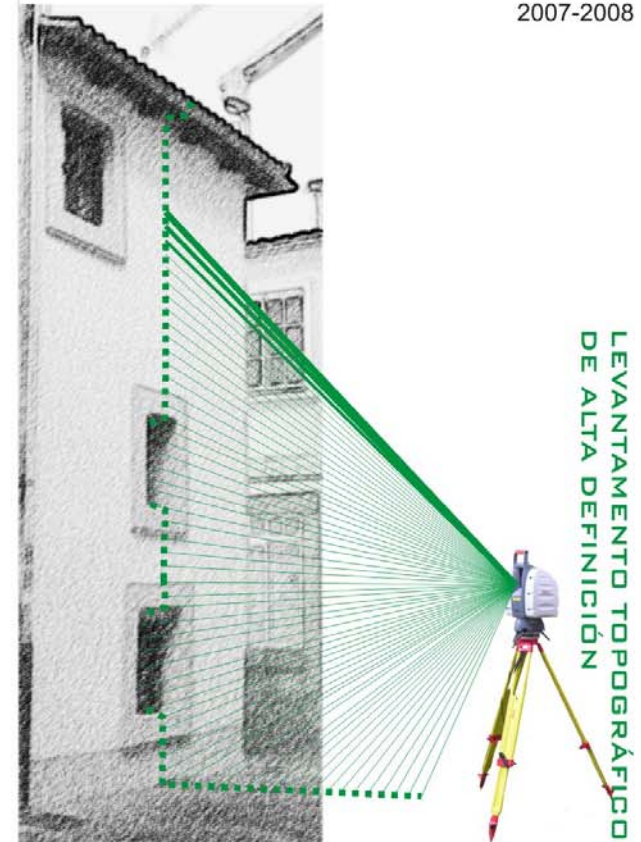
Podes obter máis información en:
<http://www.lppp.usc.es>
<http://www.iegps.csic.es/>

Martina González - Responsable de difusión e divulgación
Tlfn e Fax 981540240

¡Podes mirar e preguntar!

Proxecto para a elaboración dunha proposta para o **Rexistro de Edificios Históricos de Santiago de Compostela**

2007-2008



Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe
Instituto de Estudos Galegos Padre Sarmiento



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Arqueoloxía da Arquitectura

A Arqueoloxía da Arquitectura é unha disciplina que aplica métodos arqueolóxicos para acadar coñecemento de espazos construídos, tanto de elementos concretos coma do seu contexto espacial (os elementos que hai no seu entorno, as rúas, as casas, as fontes...) e o seu contexto social.

O obxectivo primordial é obter tanto a secuencia construtiva dun espazo edificado, coma ir máis alá, e afondar no que sabemos das sociedades do pasado que fixeron esa construción ou a modificaron.

FINALIDADE DOS TRABALLOS:

➤ Acadar o coñecemento histórico do edificio que chegou ata nós, no que se superpoñen diversos modelos, necesidades, usos, técnicas construtivas,... que deixaron unhas marcas nos edificios que agora vemos e que son resultado dunha serie de comportamentos de sociedades máis ou menos alonxadas do noso tempo.

➤ Contribuír á restauración ou rehabilitación dos edificios históricos aportando coñecemento sobre a vida do edificio: para elaborar proxectos de intervención adecuados e respetuosos co patrimonio é necesario coñecer a evolución histórica da construción, as súas patoloxías, as intervencións no pasado para resolver esas patoloxías, etc.

➤ Contribuír á Conservación do Patrimonio Construído por medio da elaboración de arquivos dixitais (SIP), có que creamos unha MEMORIA PATRIMONIAL que pode chegar a ser usadas en futuras intervencións, así como a creación de modelos dixitais que permitan recuperar o aspecto do edificio en cada unha das súas etapas ou a recuperación de técnicas construtivas tradicionais.

A idea de fondo é lograr unha XESTIÓN INTEGRAL DO PATRIMONIO CONSTRUIDO. Xestionar implica un proceso previo de coñecemento, un proceso actual de mantemento e conservación e un futuro de conservación, posta en valor e difusión.

Lectura Estratigráfica de alzados

A análise estratigráfica é fundamental para identificar os distintos momentos de uso e os cambios formais e estruturais producidos ó longo da vida dun edificio.

Esta metodoloxía arqueolóxica permite recoñecer nas paredes e no subsolo dos edificios as distintas actividades construtivas, os arranxos, as rehabilitacións... A análise estratigráfica permite identificar, ordear e datar as diferentes etapas da vida do edificio, dende que se construiu ata o momento actual.

A través destes estudos enténdese a un edificio non coma algo estático, sen pasado, senon coma un lugar cheo de historia no que os muros tamén teñen algo que contar.



Nesta foto, cada cor é unha unidade estratigráfica que responde ás diversas fases construtivas

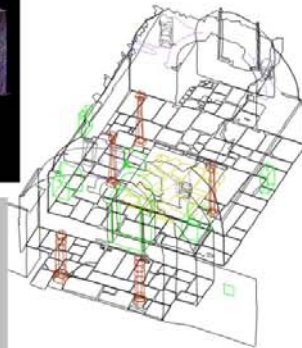
Vaciado en arquivos

A recuperación da documentación escrita relativa ós edificios, permite acceder a unha rica información na que van estar reflectidos aspectos moi concretos da vida do edificio, coma pode ser as datas nas que foi construído ou reformado, os arranxos que se fixeron, os distintos donos, etc.

O máis rico é que estes documentos reflicten modos de vida e de pensamento que poden remontarse varios séculos e que xa non existen. Neles podemos chegar a identificar costumes, valorar comportamentos e ideas que definiron a sociedade de Compostela nestes últimos séculos.



Levantamento topográfico con Escáner Láser 3D



O método de rexistro que estamos a empregar neste edificio é posible gracias a una ferramenta baseada na tecnoloxía do escáner con láser. O escáner fai un barrido dunha superficie captando miles de puntos por segundo, cun feixe de láser en abano.

Como resultado, obtense unha nube de puntos composta por centos de miles de medicións individuais.

O Escáner Láser permite un rexistro de grande precisión e detalle, destacando a rapidez de toma de datos en campo en comparación cós métodos máis habituais, coma a Estación Total, a Fotogrametría, o dibuxo a mán a escala, etc.

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

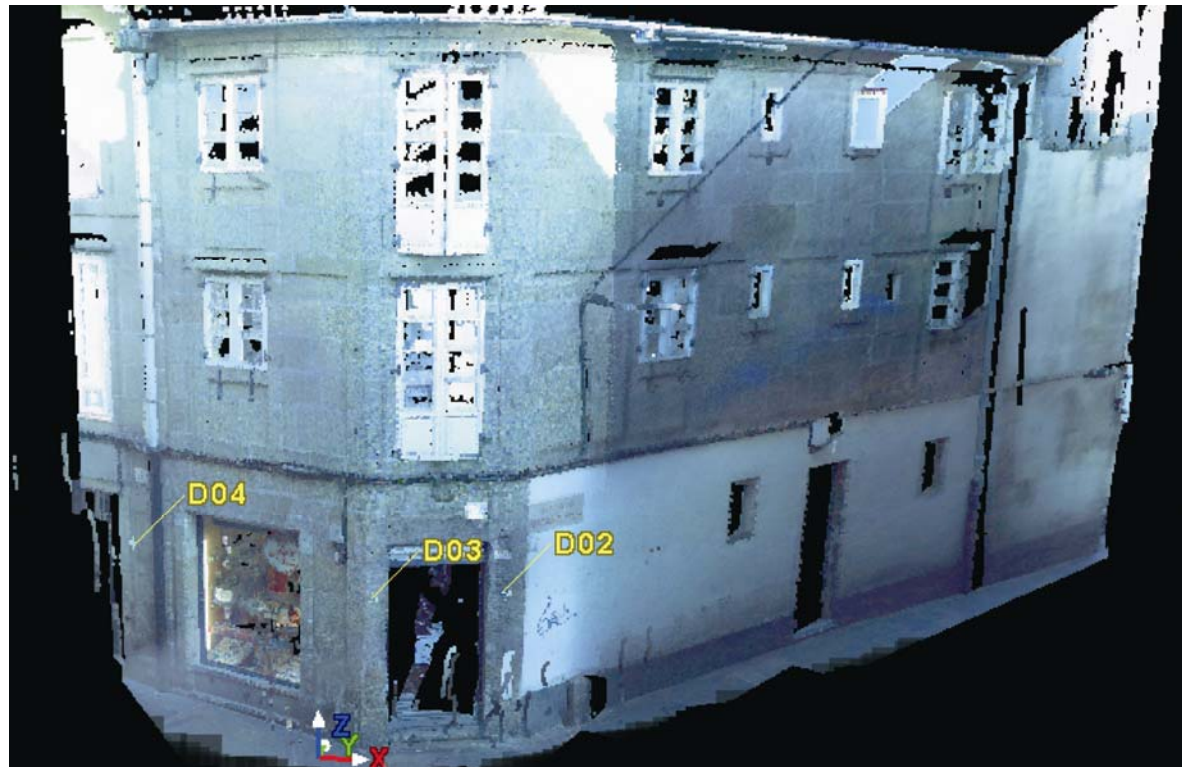
Identificación de las necesidades básicas de registro geométrico

- Precisión mínima del método (instrumental topográfico, fotogrametría)
- Relación con el conjunto de bases topográficas de la ciudad (relación con una única red, información vinculable entre sí)
- Obtención de datos tridimensionales (levantamiento volumétrico)

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Plantear como básico un método de registro que permita documentar superficies y su aspecto, no solo contornos (Fotogrametría - Láser Escáner Topográfico)



Preguntoiro 19

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Plantear como básico un método de registro que permita documentar superficies y su aspecto, no solo contornos (Fotogrametría - Láser Escáner Topográfico)

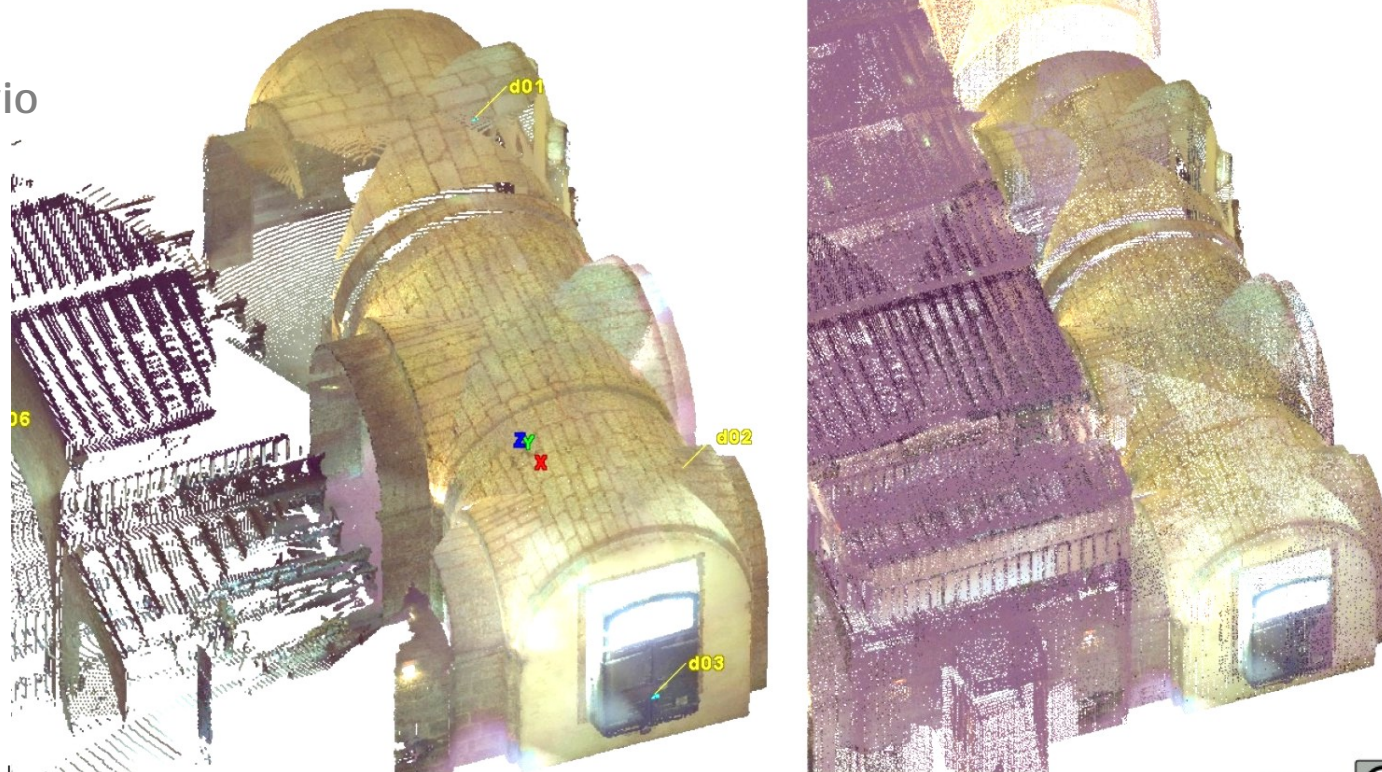


Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Preveer una documentación integral, tanto del interior como del exterior del edificio (volúmenes, no solo alzados)

San Fiz
de Solovio

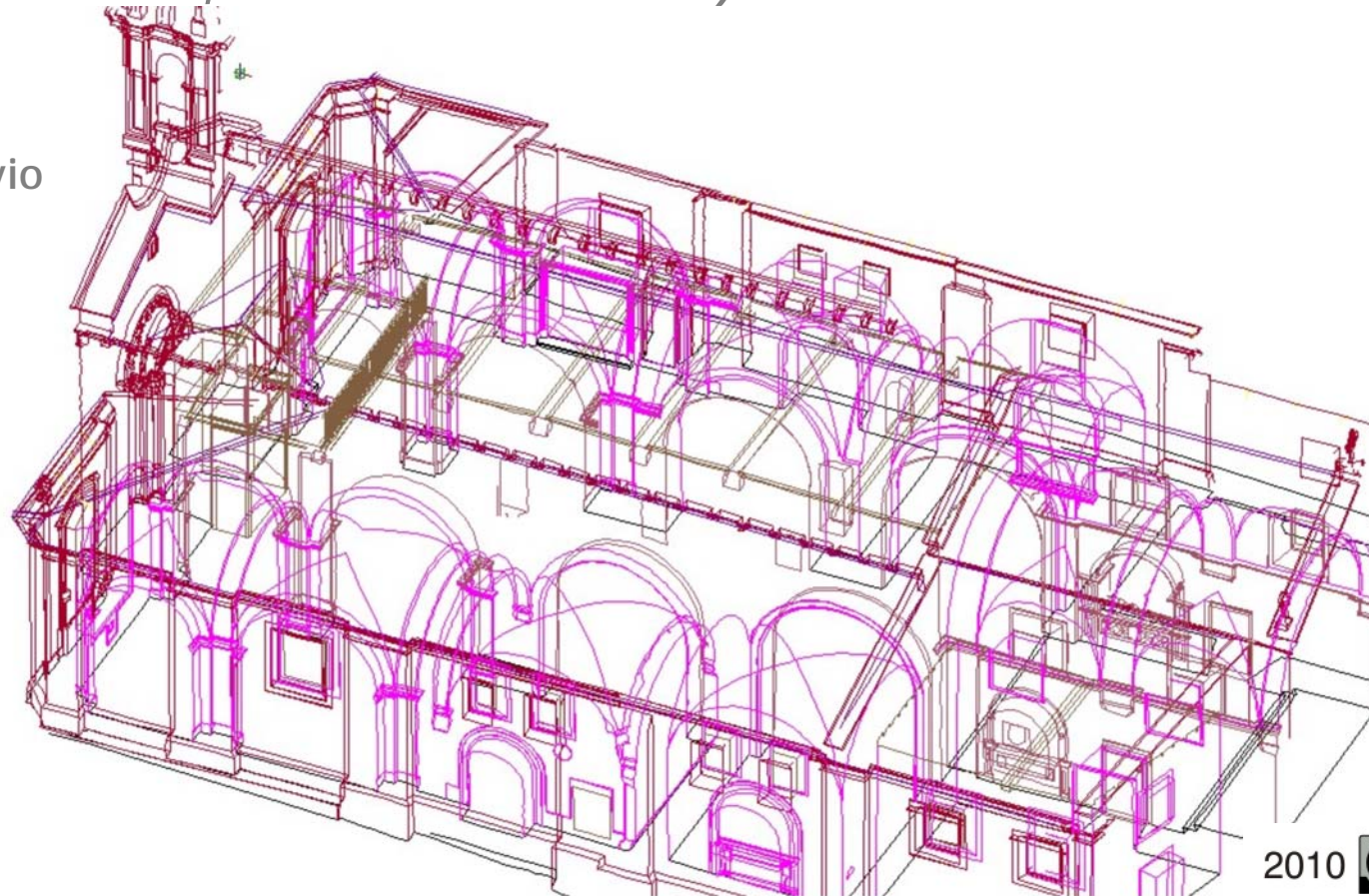


Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Preveer una documentación integral, tanto del interior como del exterior del edificio (volúmenes, no solo alzados)

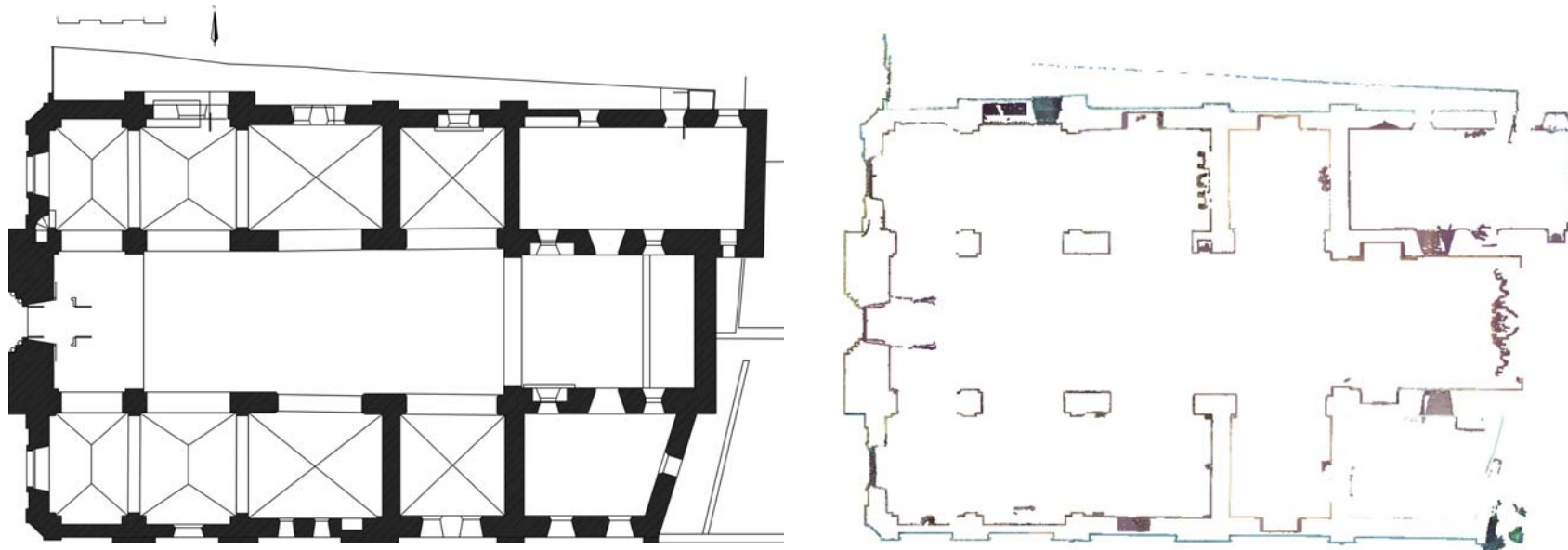
San Fiz
de Solovio



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Documentar el detalle y hacerlo con fidelidad al objeto. No simplificar las formas reales.

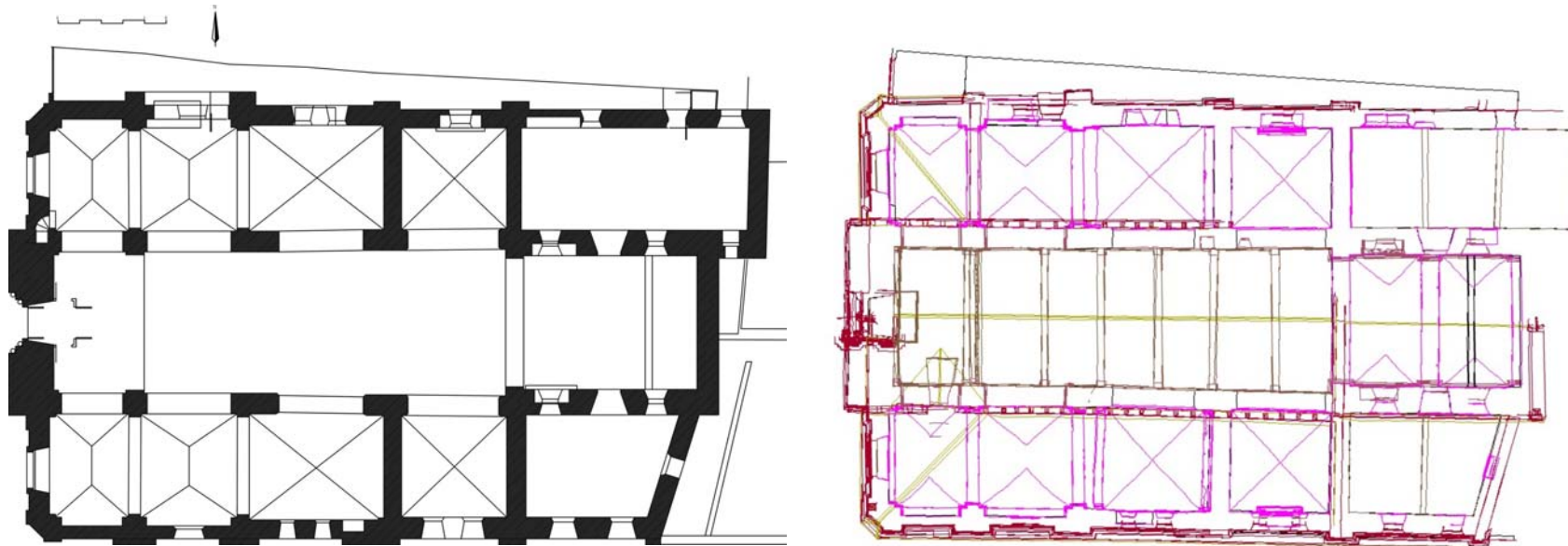


San Fiz de Solovio

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Documentar el detalle y hacerlo con fidelidad al objeto. No simplificar las formas reales.



San Fiz de Solovio

Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

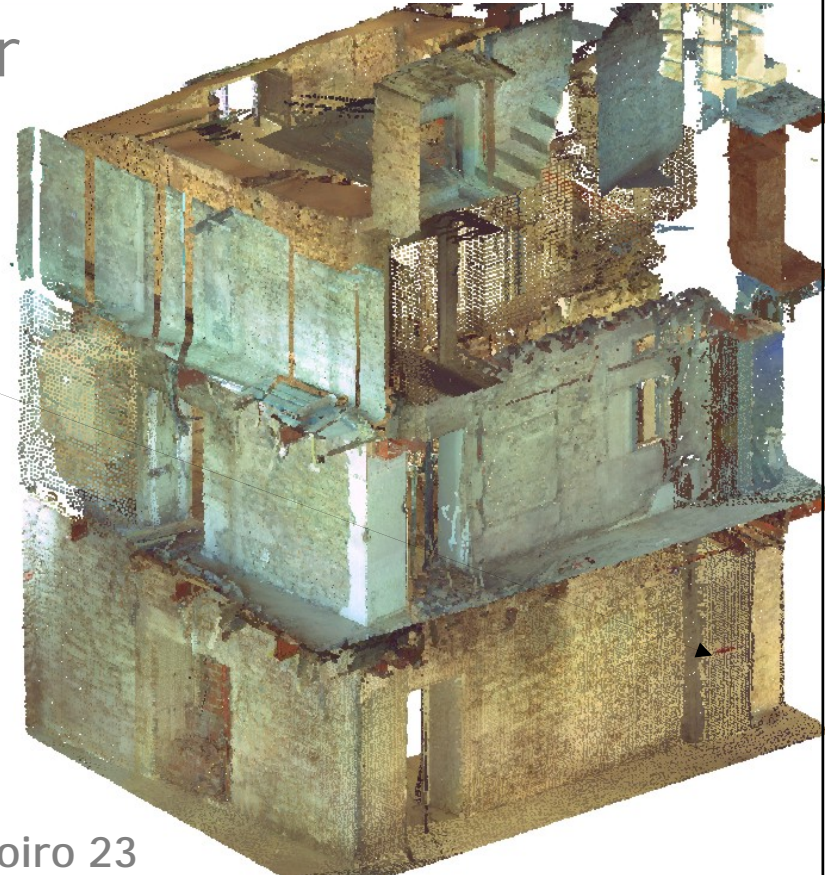
- Preservar digitalmente: documentar con densidad suficiente para recuperar información de detalle, sobre todo en casos en los que estos edificios o una parte van a desaparecer (remodelaciones, rehabilitaciones).



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Preservar digitalmente, documentar con densidad suficiente para recuperar información de detalle, sobre todo en casos en los que estos edificios o una parte van a desaparecer (remodelaciones, rehabilitaciones).



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Método de registro óptimo:
 - Combinación Fotogrametría y Escaneados 3D de superficies con intensidad suficiente para recuperar “piedra a piedra”
 - Fotogrametría: más ágil en captura de datos en zonas con amplia visibilidad de la superficie.
 - Láser Escáner : mejores resultados en zonas donde la perspectiva es más estrecha

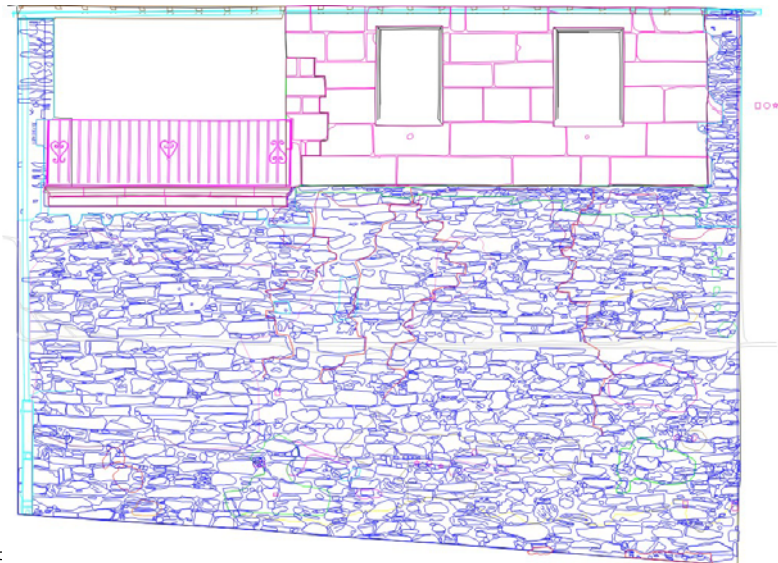
Entremuros 18



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Método de registro óptimo:
 - Combinación Fotogrametría y Escaneados 3D de superficies con intensidad suficiente para recuperar “piedra a piedra”
 - Fotogrametría: más ágil en captura de datos en zonas con amplia visibilidad de la superficie.
 - Láser Escáner : mejores resultados en zonas donde la perspectiva es más estrecha.



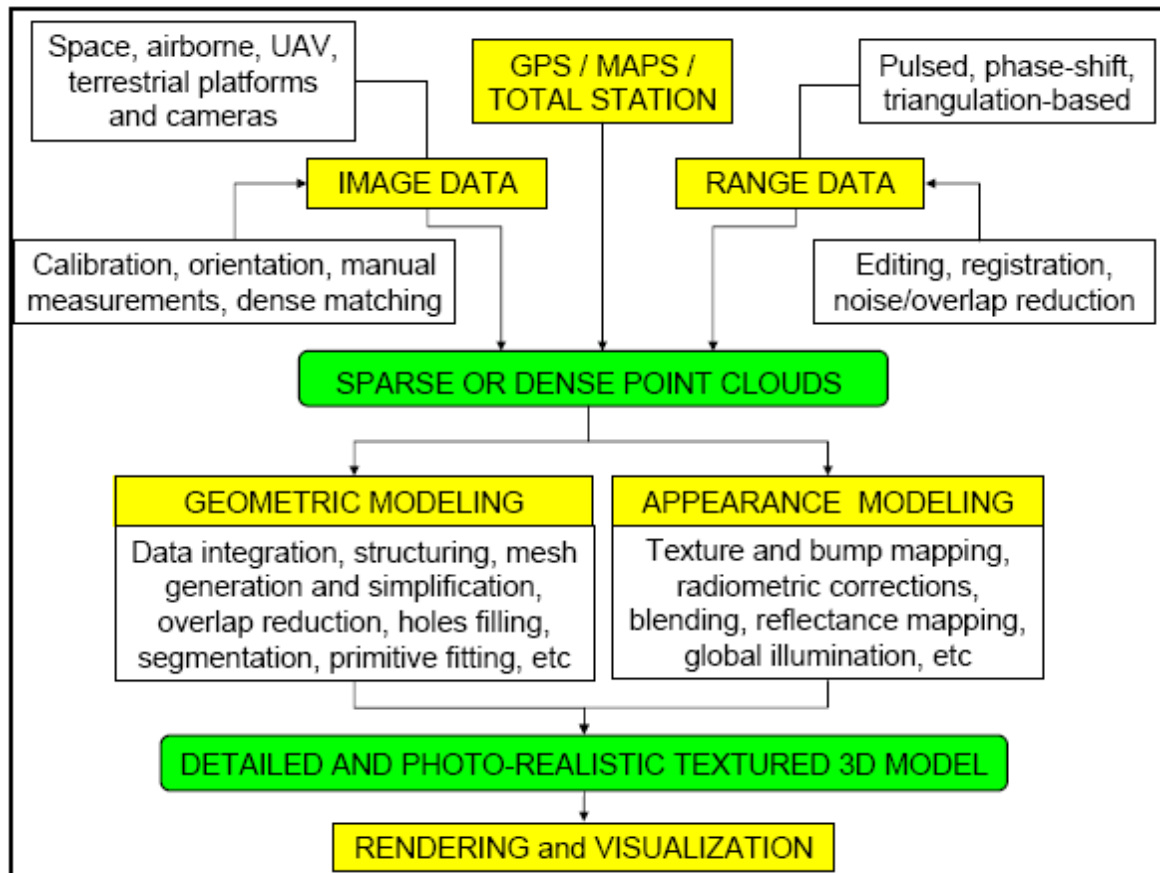
Entremuros 18



Propuesta de doc. geométrica para el casco histórico de Santiago de Compostela (2007-2008)

Conclusiones

- Combinación de información de distintos soportes (multi-sensores), concepto de multi-resolución:



Guidi et al 2009
Remondino et al 2009
Remondino 2010

Bibliografía citada

- 2007. *3D Laser Scanning for Heritage. Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture*. English Heritage.
- Blanco-Rotea, R.; Benavides García, R.; Sanjurjo Sánchez, J.; Fernández Mosquera, D. (2009) Evolución constructiva de Santa Eulalia de Bóveda (Lugo, Galicia). *Arqueología de la Arquitectura*, 6: 149-198. Vitoria.2009.
- Guidi G., Remondino F., Russo M., Menna F., Rizzi A., Ercoli S. (2009) A multi-resolution methodology for the 3D modeling of large and complex archaeological areas, *International Journal of Architectural Computing*, Vol. 7 (1), 40-55.
- Mañana-Borrazás, P., Rodríguez Paz, A. Blanco-Rotea, R. (2009) La documentación geométrica de elementos patrimoniales con Láser Escáner 3D. La experiencia del LaPa en Galicia. *Cuadernos de Estudios Gallegos*, 122: 33-65.
- Mañana-Borrazás, P., Rodríguez Paz, A. Blanco-Rotea, R. 2008. La Topografía de Alta Definición en los procesos de documentación y análisis del Patrimonio. *Revista Arqueología de la Arquitectura*, 5: 15-32.
- Remondino F., El-Hakim S., Girardi, S., Rizzi A., Benedetti S., Gonzo L. (2009) 3D Virtual reconstruction and visualization of complex architectures - The 3D-ARCH project. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 38 (5/W1), Trento, Italy
- Remondino, F. (2010) Documentazione e Modellazione 3D di beni Culturali l'approccio Multi-Sensoriale e Multi-Risoluzione. *Archeomatica*, 1: 8-11.

Patricia Mañana-Borrazás

patricia.manana-borrazas@iegps.csic.es

Rebeca Blanco-Rotea

rebeca.blanco-rotea@iegps.csic.es

Más info en <http://digital.csic.es/>

Laboratorio de Patrimonio
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Instituto de Estudos Galegos Padre Sarmiento
San Roque, 2
15704 Santiago de Compostela

2011



Laboratorio de Patrimonio
Consejo Superior de Investigaciones Científicas