



MEMORIA FINAL DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (CURSO 2016-2017):

ID2016/234

UNA NUEVA HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS MATERIALES ARQUEOLÓGICOS: REPOSITORIO ON-LINE DE MODELOS 3D

Coordinadora:

Paula Uribe Agudo

Miembros del equipo:

Enrique Ariño Gil

M.ª Cruces Blázquez Cerrato

1. ALUMNOS A LOS QUE HA IDO DIRIGIDO:

- **GRADO DE HISTORIA:** ARQUEOLOGÍA I, ARQUEOLOGÍA II, ARQUEOLOGIA CLÁSICA, ARQUEOLOGÍA HISPANORROMANA, NUMISMÁTICA.
- **MÁSTER EN ESTUDIOS AVANZADOS E INVESTIGACIÓN EN HISTORIA (SOCIEDADES, PODERES, IDENTIDADES):** NUEVAS PERSPECTIVAS EN ARQUEOLOGÍA, CERÁMICA ROMANA, NUMISMÁTICA, ARQUEOLOGÍA DE LA ANTIGÜEDAD TARDÍA
- **MÁSTER EN ESTUDIOS INTERDISCIPLINARES DE GÉNERO:** LA FIGURA FEMENINA A PARTIR DE LA CULTURA MATERIAL ANTIGUA
- **MÁSTER EN GESTIÓN DEL PATRIMONIO:** PATRIMONIO HISTÓRICO ARTÍSTICO Y ARQUEOLÓGICO

2. OBJETIVOS

Mediante este proyecto hemos obtenido una nueva herramienta de aprendizaje sobre la cultura material arqueológica. En consecuencia, el objetivo final ha sido que los alumnos pudiesen trabajar con parte de las colecciones experimentales en cualquier momento de su aprendizaje. Los materiales que integran las colecciones experimentales de arqueología se encuentran depositadas en el Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología. Estas colecciones son manejadas por el alumnado exclusivamente durante las horas de las prácticas y sólo se pueden consultar en los laboratorios del departamento. De esta forma, hemos puesto a su disposición estos materiales favoreciendo un análisis y conocimiento más detallado mediante el uso de plataformas *on line*.

Los objetivos han sido:

1. Mejorar la rentabilización de los materiales docentes disponibles mediante el uso de las nuevas tecnologías haciéndolos accesibles a partir de la plataforma *Stadium*.
2. Facilitar el aprendizaje del alumnado mediante la documentación tridimensional de las colecciones experimentales.
3. Proporcionar al alumnado herramientas de aprendizaje de fácil manejo y acceso libre mediante la plataforma *Stadium*.
4. Incentivar el uso de diferentes tipos de herramientas digitales para el estudio morfológico de los materiales arqueológicos.
5. Fomentar la participación activa del alumnado en la reconstrucción y restitución de los modelos 3D.

6. Implantar nuevas metodología activa de enseñanza-aprendizaje para incrementar la formación de los estudiantes
7. Mejorar la didáctica de aprendizaje de la cultura material en Arqueología.
8. Enseñar una nueva técnica que proporcione al alumno nuevas habilidades demandadas por el sector empresarial y de I+D.
9. Difundir la experiencia con su presentación pública en distintos foros.

3. MÉTODO DE TRABAJO

Para la consecución de los objetivos anteriores hemos utilizado diferentes tipos de escáneres 3D y técnicas de fotogrametría de “objeto cercano” en diferentes tipologías de fragmentos cerámicos. Una vez realizado los trabajos de postproceso de los datos, hemos obtenido diferentes soluciones destinadas al aprendizaje mediante la inclusión de los modelos 3D en la plataforma de *Studium*. De esta forma, la colección experimental puede ser consultada en cualquier momento por el alumno a través de cualquier navegador web. La fase de trabajo de laboratorio fue retrasada al mes de junio debido a la baja maternal de la coordinadora del proyecto.

Esta metodología ha requerido las siguientes fases de trabajo:

a) Selección de las piezas arqueológicas más representativas de las colecciones experimentales del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología: fragmentos de cerámica y piezas completas de cerámica. En total hemos podido documentar y procesar hasta 14 piezas en relación al presupuesto que poseíamos.



Fig.1. Conjunto de cerámicas digitalizadas tridimensionalmente mediante combinación de escáneres 3D y técnicas de fotogrametría de objeto cercano.

b) Documentación geométrica 3D mediante fotogrametría y técnicas de escaneado tridimensional. Esta fase se ha llevado a cabo durante los días 5, 6 y 7 de junio del 2017 en el laboratorio del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología. Para ello hemos contado con un técnico y el alquiler de todas las herramientas utilizadas:

- Escáner 3D de luz blanca estructurada con una precisión de 0,5 mm. (modelo Artec MHT).
- Escáner 3D de triangulación con una precisión de 0,3 mm (modelo Next Engine).
- Sistema adaptado de fotogrametría de objeto cercano con diferentes tipos de cámaras métricas, caja de luz y peanas manuales/motorizadas.

| Técnica e instrumentación empleada | Distancia de trabajo | Resolución 3D | Adquisición de textura | Tecnología | Rango |
|------------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------|---------------|
| Escáner 3D NextEngine | Sobre 0,8 metros | Entre 0,1 y 0,3 milímetros | Si | Triangulación | Objeto mueble |
| Cámara métrica Canon 6D | Entre 0,4 y 0,8 metros | Entre 0,1 y 2 milímetros | Si | Fotogrametría | Objeto mueble |
| Escáner 3D Artec MHT | Entre 0,4 y 1 metro | Hasta 0,5 milímetros. | Si | Luz estructurada | Objeto mueble |

Tabla 1. Diferentes herramientas utilizadas y sus características

A estas sesiones de trabajo han asistido alumnos del Grado de Historia, del Master en Estudios Avanzados e Investigación en Historia (Sociedades, Poderes, Identidades) y doctorado que han podido conocer de primera mano estas técnicas, así como iniciarse en el manejo de ellas mediante una sesión teórica y una guía didáctica (ver anexo).

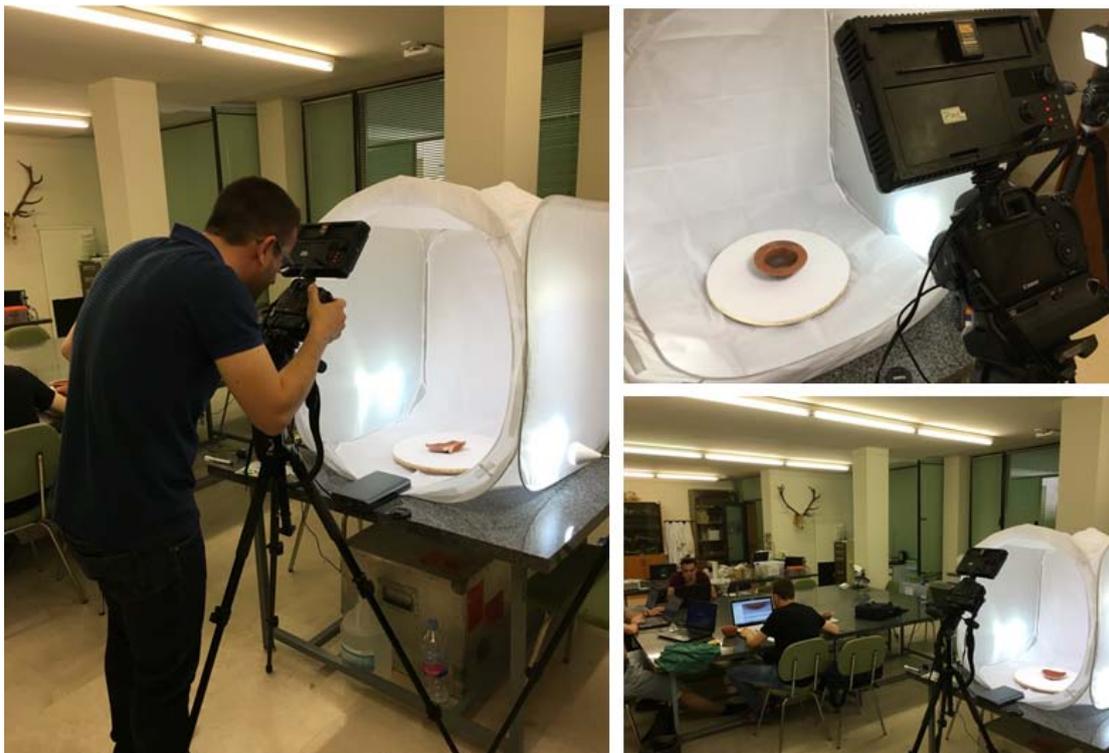


Fig. 2. Proceso de digitalización de las diferentes piezas cerámicas mediante el uso de técnicas de fotogrametría de objeto cercano.

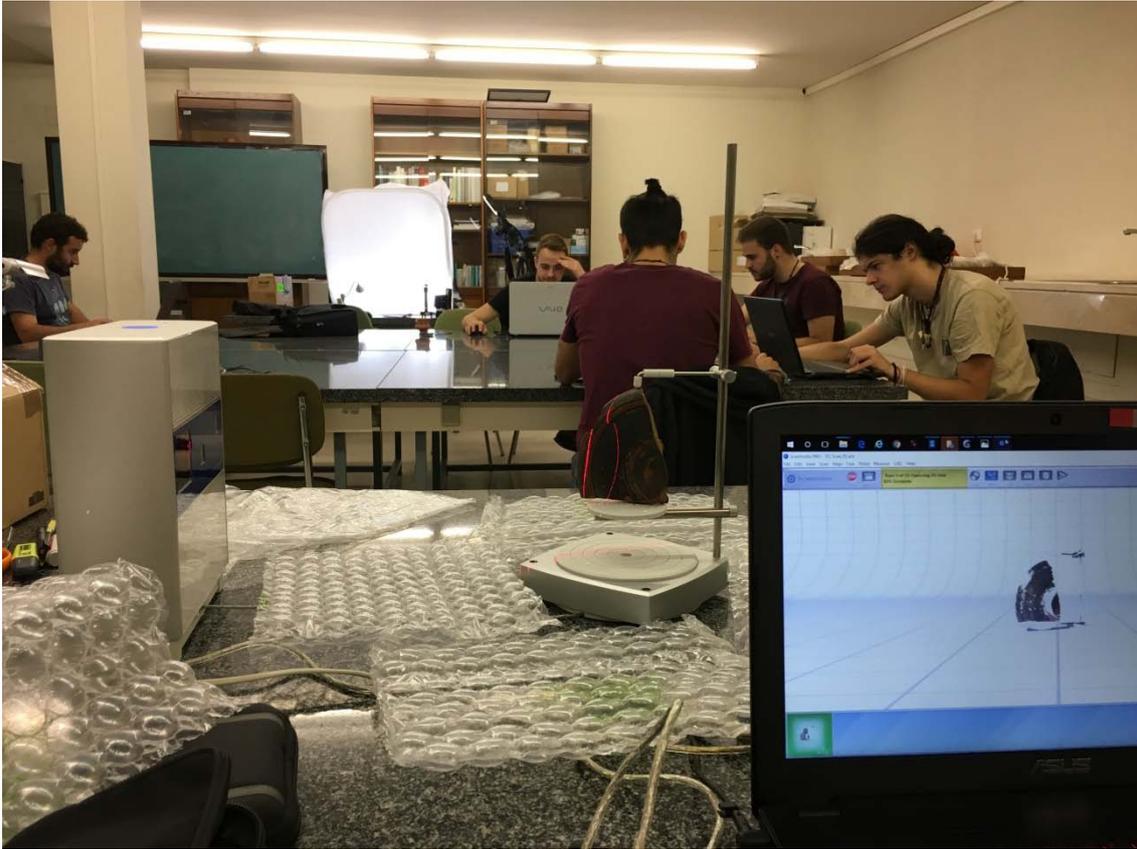


Fig. 3. Sesión de laboratorio combinando técnicas de digitalización tridimensional con láser escáner 3D de triangulación.

c) Postprocesado de los datos obtenidos. Los trabajos de postproceso de los datos obtenidos se han realizado posteriormente a la finalización del trabajo en Laboratorio. Sin embargo el alumnado ha podido recibir la formación necesaria para el desarrollo de cada una de las partes del proceso de los datos adquiridos. De esta manera se ha realizado un manual, que se ha entregado a cada alumno, indicando los pasos necesarios para la generación de los modelos tridimensionales (ver anexo). Además, todos los datos adquiridos en los tres días del curso fueron, igualmente, puestos a disposición de cada alumno para que cada uno completase los pasos definidos en el manual con cada una de las piezas cerámicas digitalizadas.

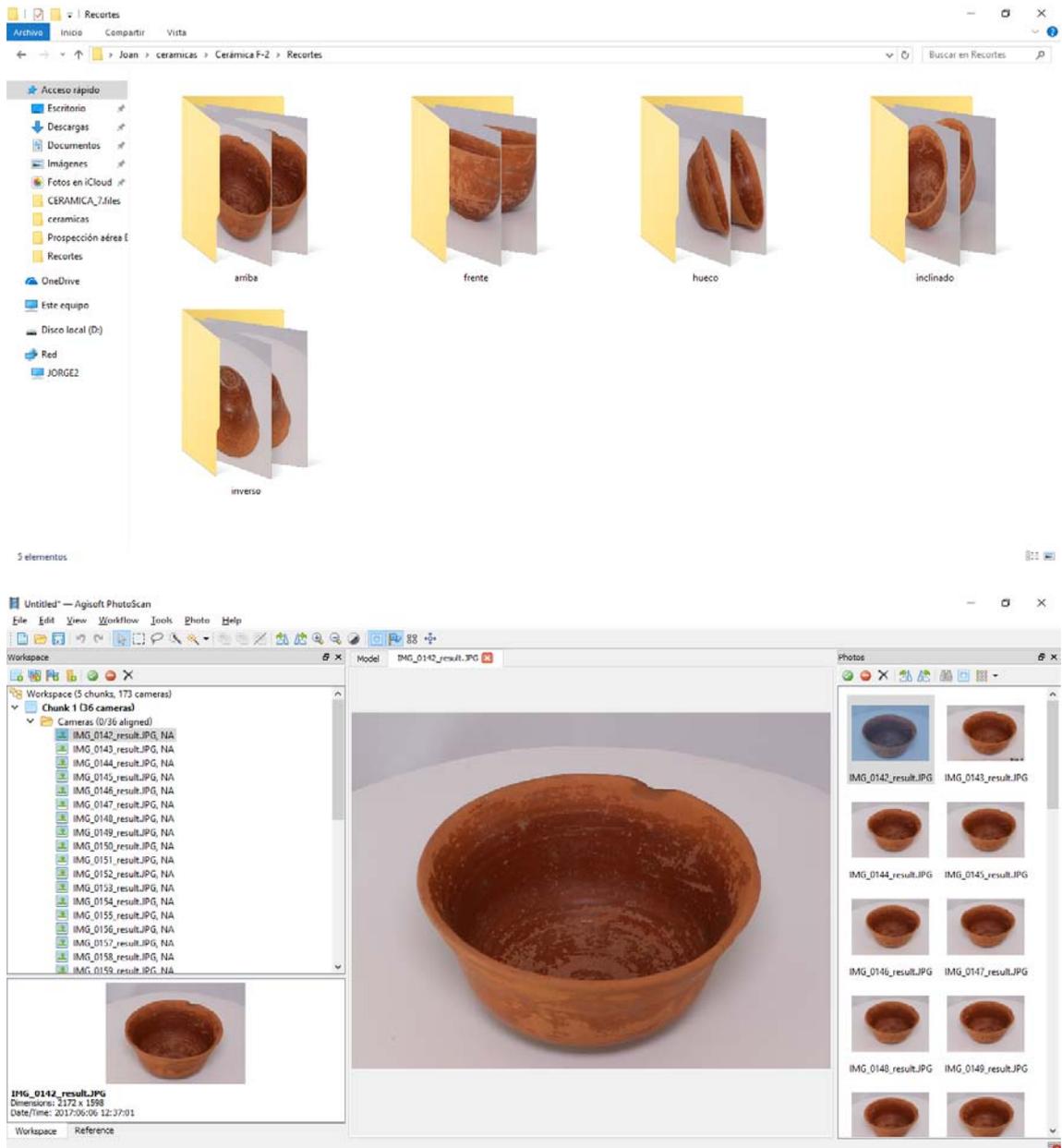


Fig. 4. Postproceso de los datos obtenidos en el laboratorio: primer paso selección de las imágenes.

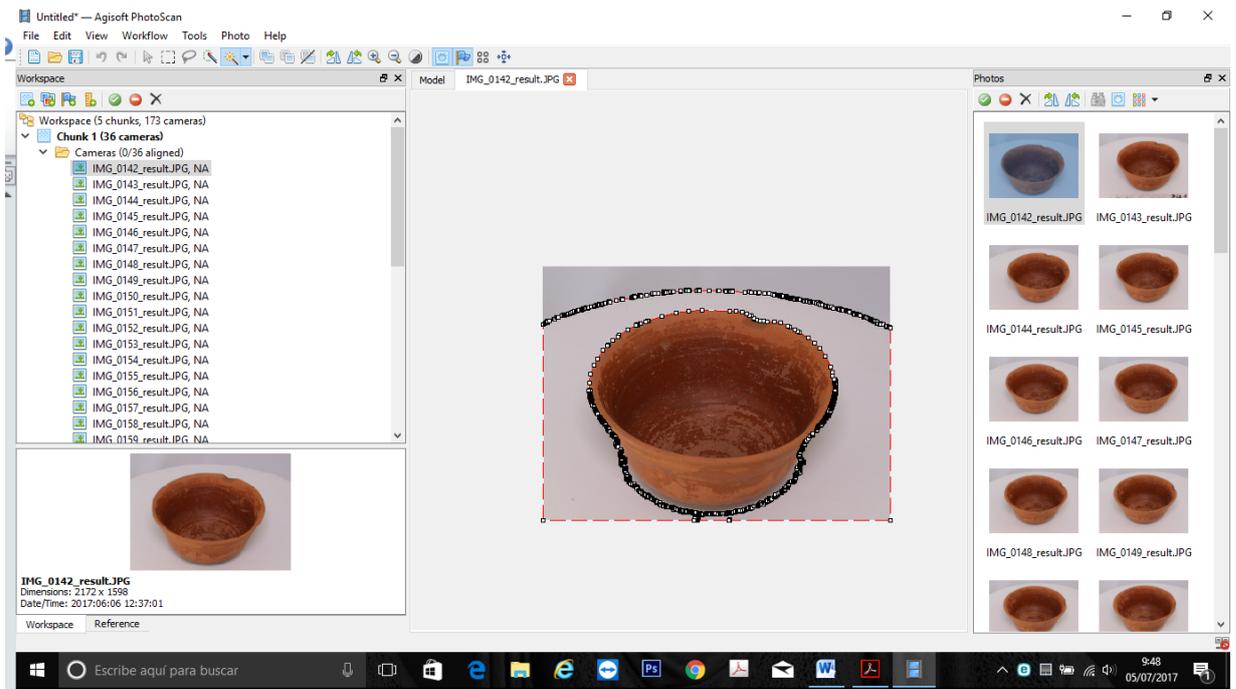
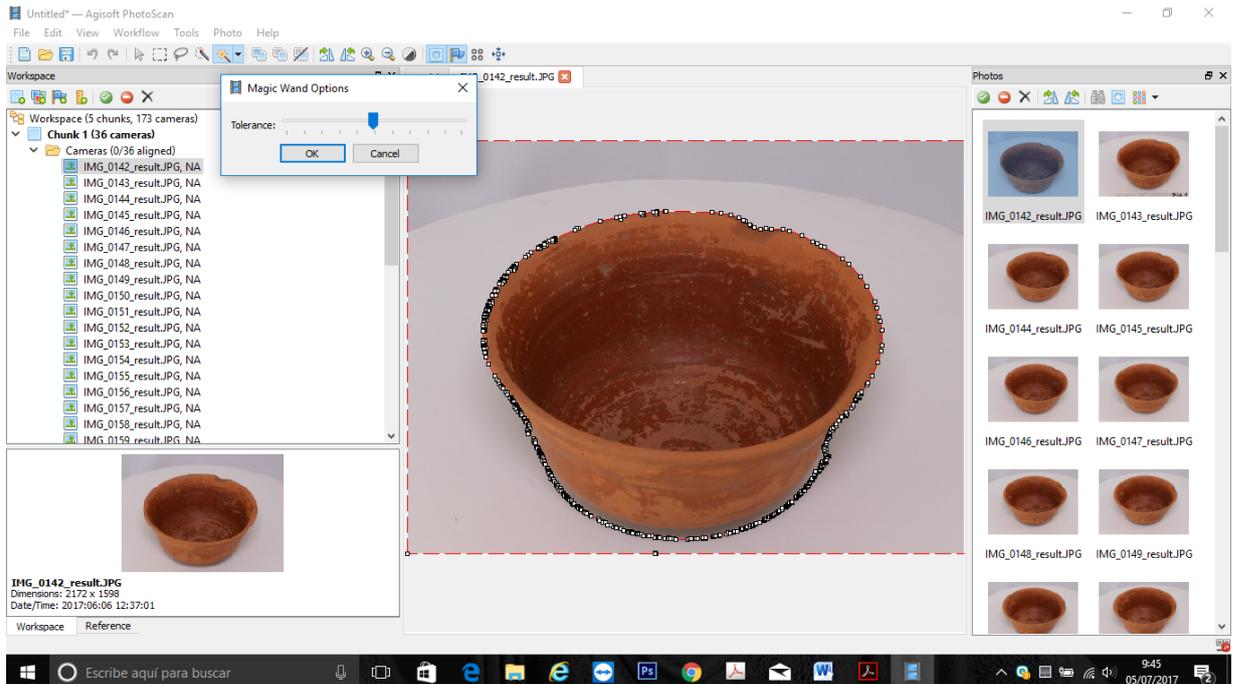


Fig. 5. Postproceso de los datos obtenidos en el laboratorio: creación de las máscaras para la realización del modelo 3D.

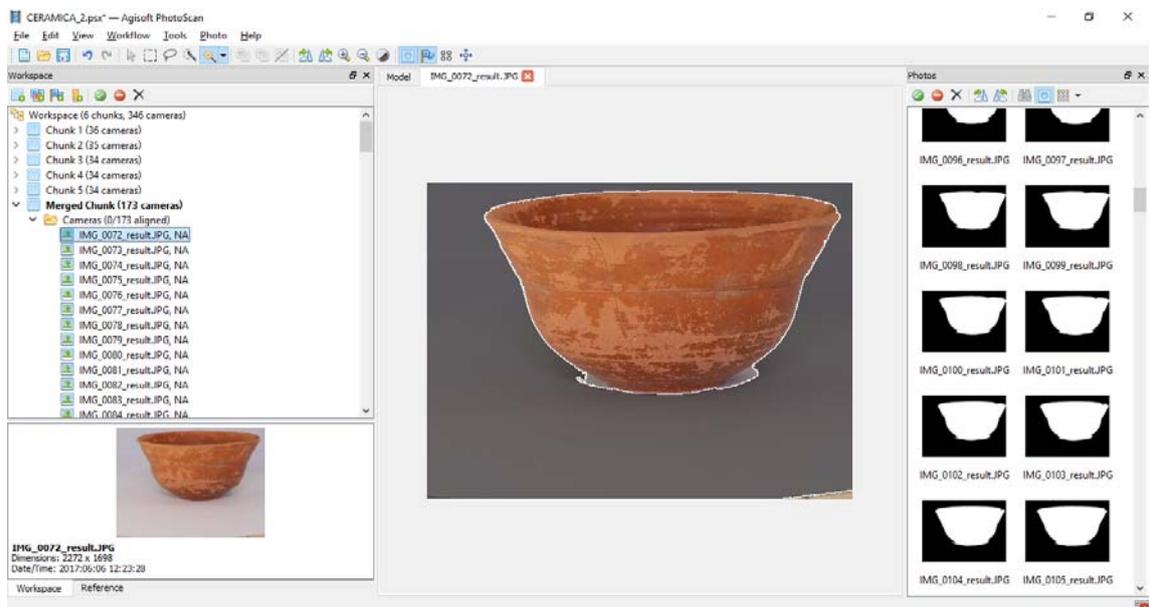
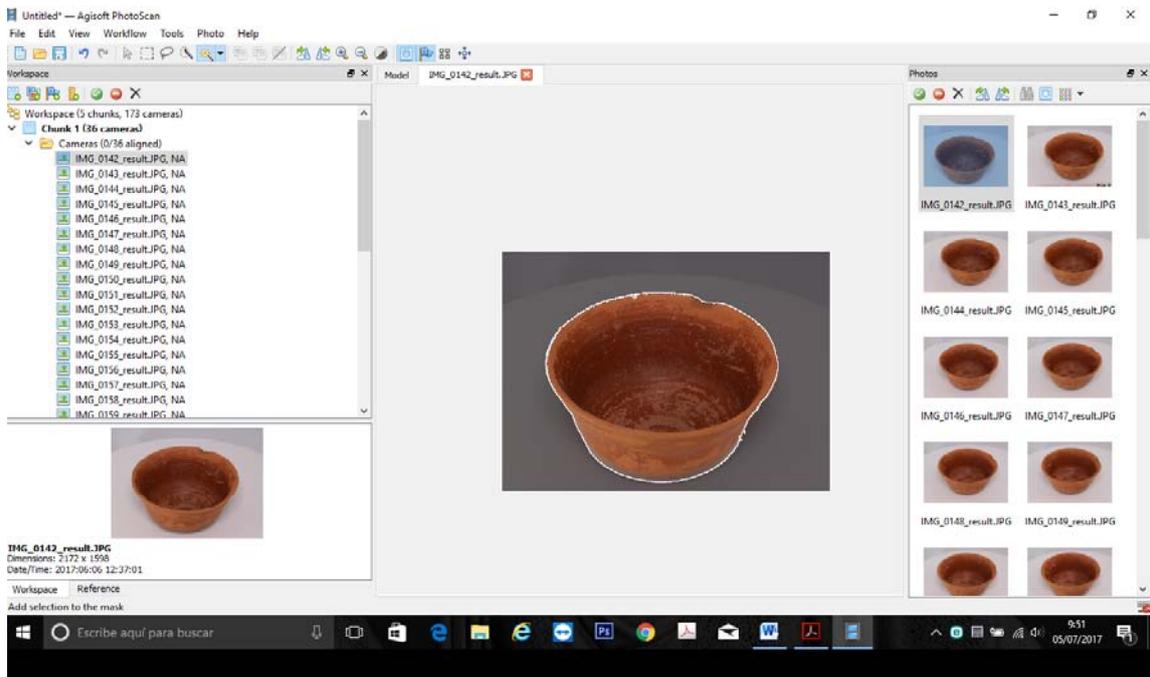


Fig. 6. Postproceso de los datos obtenidos en el laboratorio: creación de las máscaras para la realización del modelo 3D.

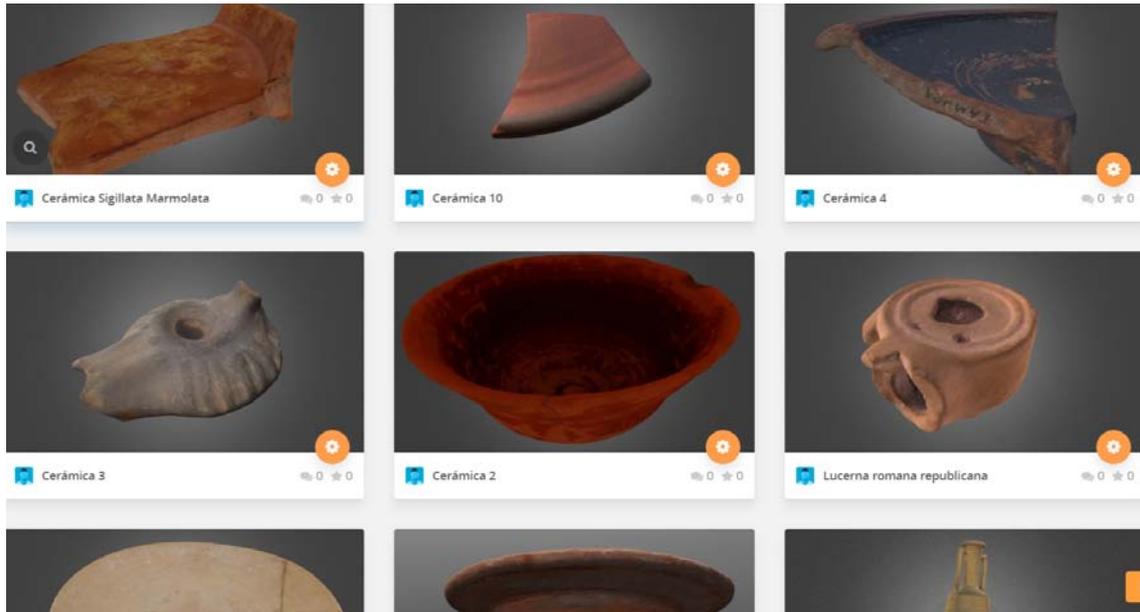


Fig. 7. Repositorio *on line* de los modelos tridimensionales generados.

d) Generación de los PDF 3D. Este tipo de ficheros están considerados como un estándar de intercambio en la patrimonio cultural. Se trata de un formato abierto aceptado como estándar desde 2008 por la *International Organisation for Standardisation* ISO 32000-1 y ISO 32000-2. Así mismo, el usuario dispone de un completo manual de entrenamiento: <http://carare.eu/eng/Media/Files/3D-Training-Materials>. En él se recogen todas las posibilidades que ofrece el uso de este tipo de formato 3DPDF (compatibilidad, importación y exportación, compresión, texturas, secciones x,y,z, organización por capas, medición por coordenadas o codificación de metadatos) y diferentes casos de estudio para codificar información. En consecuencia, se ha seleccionada este tipo de formato como complemento a la navegabilidad de cada objeto en la web a través de la plataforma *Stodium*.

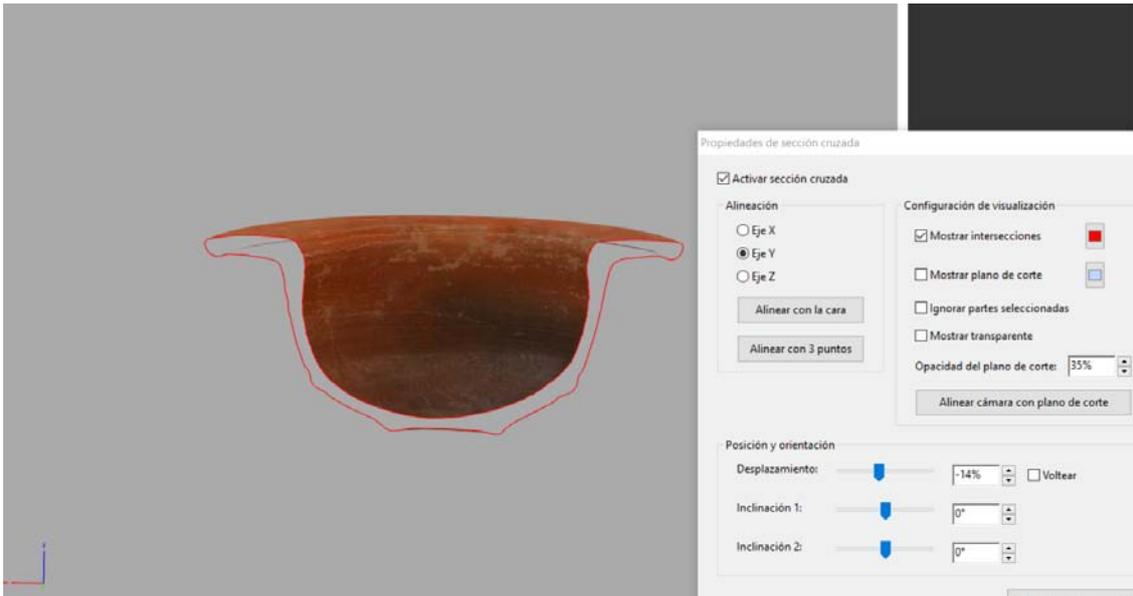


Fig. 8. Archivo PDF 3D y diferentes acciones que se pueden realizar sobre los objetos cerámicos digitalizados (secciones x,y,z y medidas sobre el modelo tridimensional).

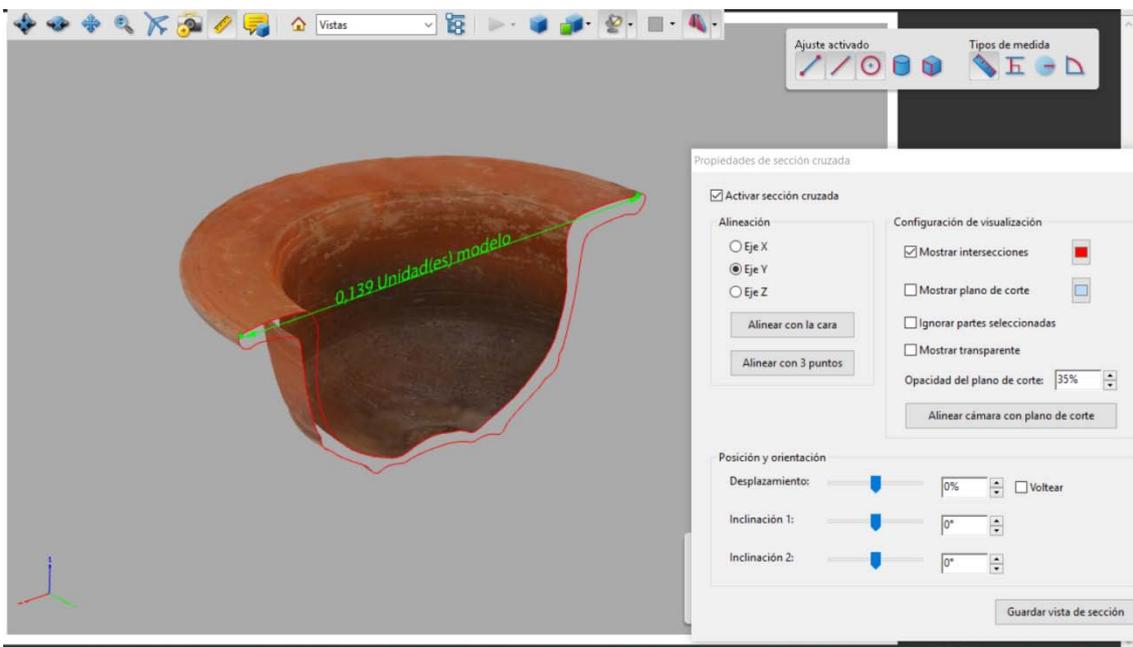


Fig. 9. Archivo PDF 3D y diferentes acciones que se pueden realizar sobre los objetos cerámicos digitalizados (secciones x,y,z y medidas sobre el modelo tridimensional).

e) Ubicación en la plataforma *Studium* El alojamiento en esta plataforma de los diferentes modelos tridimensionales se ha realizado de dos formas diferentes.

En primer lugar, se han importado los modelos bajo la especificación estándar WebGL para que el alumno pueda libremente trabajar desde la misma plataforma *Studium* con los materiales cerámicos en 3D.

En segundo lugar, se han alojado en la plataforma los archivos PDF3D para que el alumno, si lo prefiere, descargue la información y trabaje con el modelo tridimensional en cualquier programa Acrobat Reader de manera *off line*.

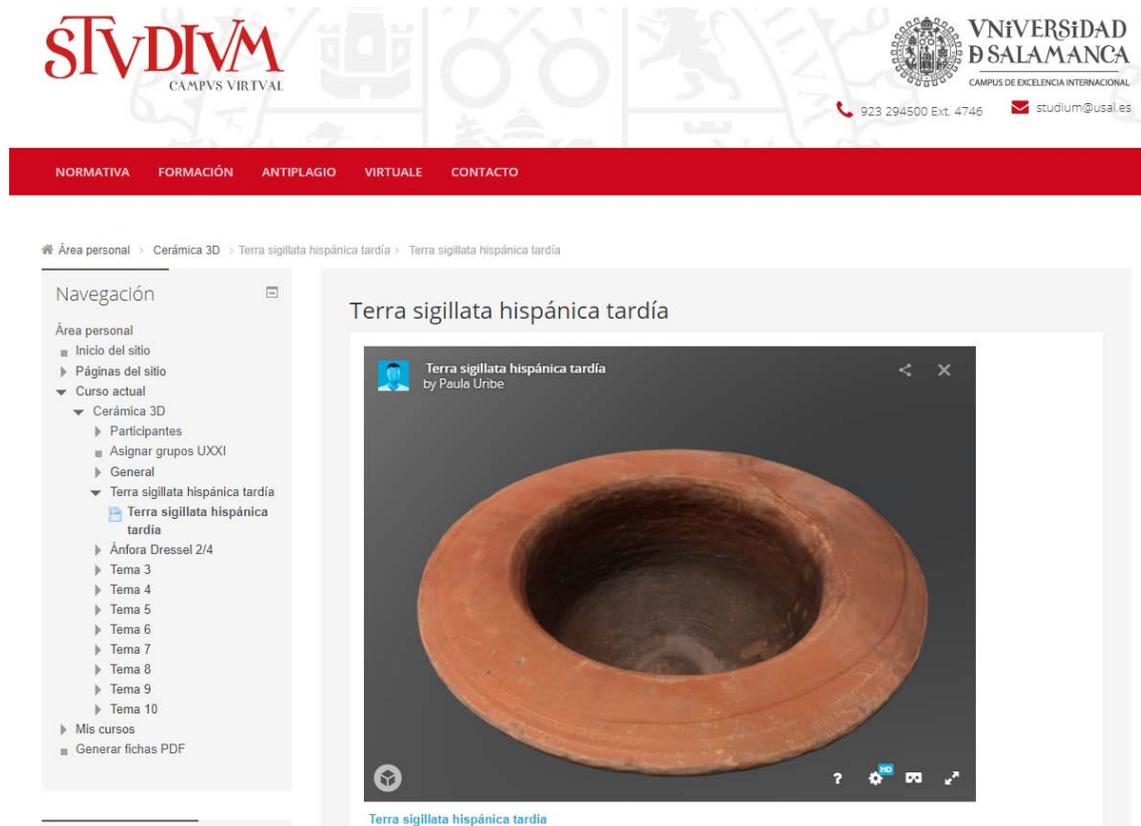


Fig. 10. Ejemplo de inclusión del modelo 3D de una cerámica Terra Sigillata Hispánica tardía en la plataforma *Studium*.

Navegación

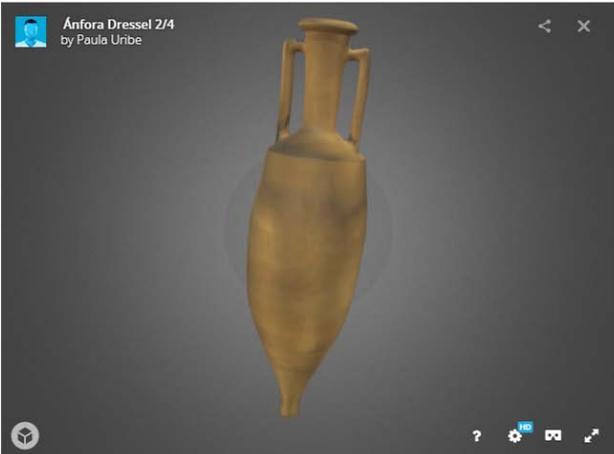
- Área personal
 - Inicio del sitio
 - Páginas del sitio
 - Curso actual
 - Cerámica 3D
 - Participantes
 - Asignar grupos UXXI
 - General
 - Terra sigillata hispánica tardía
 - Ánfora Dressel 2/4
 - Ánfora Dressel 2/4
 - Tema 3
 - Tema 4
 - Tema 5
 - Tema 6
 - Tema 7
 - Tema 8
 - Tema 9
 - Tema 10
 - Mis cursos
 - Generar fichas PDF

Ánfora Dressel 2/4



Ánfora Dressel 2/4
by Paula Uribe

← ×



?
⚙️
📄
↗️

Fig. 11. Ejemplo del modelo 3D una Ánfora (Dressel 2/4) de vino típica de la zona de la Tarraconense del periodo altoimperial (desde el 15/10 a.C. hasta la época Flavia).

f) Reconstrucción y restitución 3D de los alumnos de máster de las piezas más significativas mediante software libre (Meshlab, Blender y Cloudcompare).

Junto con el alumno de doctorado hemos iniciado un nuevo trabajo de investigación sobre la reconstrucción de piezas cerámicas mediante software libre. Actualmente nos encontramos en una fase inicial de aprendizaje y desarrollo de los modelos.

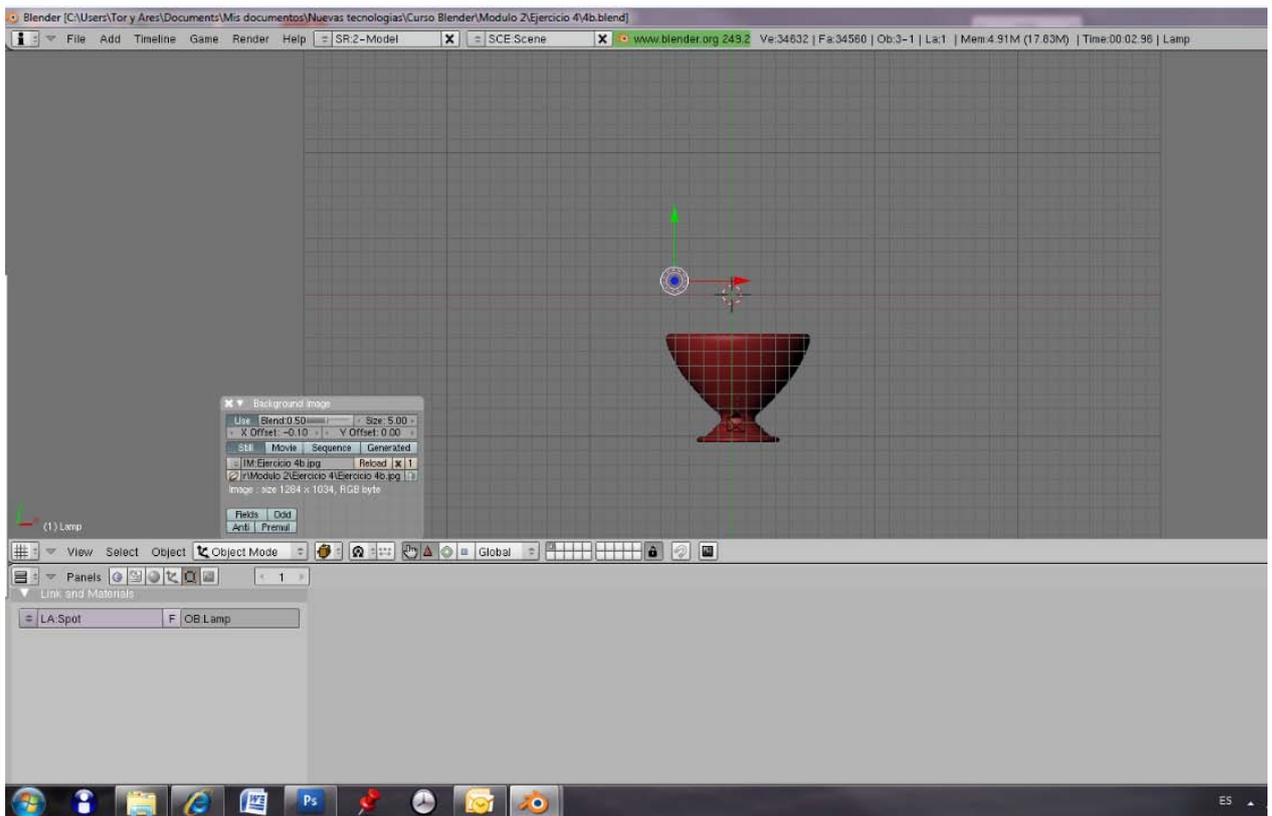


Fig. 12. Reconstrucción de una pieza cerámica mediante software libre

4. RESULTADOS

Con el desarrollo de este proyecto hemos querido mostrar las posibles aplicaciones que ofrece la digitalización de objetos muebles cerámicos en la documentación, el análisis y el intercambio de información. Estas técnicas permiten una rápida reproducción de colecciones completas en museos (Sánchez, 2014: 124-141) o en centros de investigación, constituyendo verdaderos repositorios digitales y documentales de información (Pletinckx, *et al.* 2011). Igualmente la información procesada puede servir para un uso científico, como por ejemplo para la toma de medidas, secciones o análisis morfológicos de cada pieza sin necesidad de utilizar el original. De todos estos factores se desprende la “usabilidad y dinamización de la información”, pudiendo intercambiar este tipo de archivos digitales a otros centros para su investigación. Así, se abre un amplio abanico de posibilidades de investigación y difusión con lo que podemos denominar como "réplicas digitales".

Sin duda constituye toda una revolución puesto que en cuestión de segundos podemos analizar el modelo 3D en cualquier parte del mundo para su estudio, evitando cualquier tipo de riesgo en el transporte de la pieza arqueológica, además de la ventaja en la contratación de seguros y en definitiva constituye un flujo mucho más flexible y dinámico en la investigación arqueológica (Guidi *et al.*, 2015: 335-346).

En consecuencia, la creación de una colección de referencia en formato 3D ha permitido a los estudiantes gestionar un archivo propio del material cerámico que refuerza el trabajo habitual en el Laboratorio de Arqueología, donde ya se practica con ese material, concretamente en labores de descripción, clasificación, catalogación e interpretación. Así

mismo, abre otro tipo de posibilidades en las capacidades que las nuevas tecnologías proporcionan a la Arqueología.

De esta forma, los resultados obtenidos con este proyecto han sido:

- Aumentar la capacidad de los estudiantes en el estudio de las tipologías cerámicas, elementos esenciales en el desarrollo profesional de la Arqueología.
- Mejorar el aprendizaje del alumnado mediante metodologías innovadoras basadas en las nuevas tecnologías.
- Poner a disposición de los estudiantes herramientas de aprendizaje fáciles de consultar en todo momento.
- Mejorar el trabajo autónomo de los alumnos.
- Fomentar un trabajo colaborativo entre profesores y alumnos con el uso de este tipo de herramientas con el material cerámico del Laboratorio.

Para conocer si los resultados obtenidos han sido satisfactorios se ha realizado **una encuesta** entre los estudiantes que han asistido a las sesiones de trabajo. En ella se les han planteado las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué nivel de conocimiento tenías de las características de la cerámica romana antes de acceder al Repositorio 3D?

1 2 3 4 5

2. ¿Habías utilizado anteriormente modelos de reproducción de imágenes en formato 3D?

1 2 3 4 5

3. ¿Crees que las reproducciones 3D son un buen complemento a los otros medios que se usan en el estudio y exposición de la cerámica antigua en el aula (manejo de originales, fotografías, dibujos)?

1 2 3 4 5

4. ¿Consideras útil que este tipo de documentación se incorpore a las plataformas docentes *on-line* (p.e. *Stadium*) de forma complementaria al más habitual de imágenes o vídeos?

1 2 3 4 5

5. ¿Tendrías interés en conocer algo más acerca de esta herramienta e incluso formarte en su uso profesional?

1 2 3 4 5

¿Deseas aportar alguna opinión sobre la valoración del uso de la herramienta 3D en la enseñanza de la Arqueología?

El nivel de conocimientos sobre esta materia ha sido dispar debido a la diversa formación de los alumnos. A pesar de esta heterogeneidad todos ellos han contestado entre 4-5, esto es la máxima puntuación, a las preguntas 3 y 4 que intentan valorar la versatilidad y utilidad de estas herramientas. Asimismo, la mayoría ha calificado con un 5 la pregunta relacionada con la importancia de estas herramientas dentro su formación para la vida profesional. Desgraciadamente, ninguno nos ha aportado su opinión.

Finalmente esperamos que estas herramientas se incluyan en el nuevo curso 2017-2018 en la mayoría de la asignaturas del área y consecuentemente obtengamos una mayor retoalimentación entre los alumnos y su utilidad. Asimismo, estamos trabajando en la publicación del proyecto en revistas especializadas -RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia- y congresos especializados en este tema.

5. BIBLIOGRAFÍA

ANGÁS, J.; RAMON, N. (2016). "Anastilosis virtual de tres hornos islámicos de Zaragoza como herramienta de interpretación e investigación arqueológica", en *Saldvie nº 16*, 15-27.

GUIDI, G. *et al.* (2015). "Massive 3D Digitization of Museum Contents", en Toniolo, L.; Boriani, M.; Guidi, G. (eds.), *Built Heritage: Monitoring Conservation Management*, 335-446.

PLETINCKX, D.; HASKIYA, D. (2011). *Connecting ARchaeology and ARchitecture in Europeana (CARARE). Functional specification of requirements for preparing 3D/VR for Europeana*. Documento digital (último acceso 2-08-2015). <http://www.carare.eu/eng/Media/Files/D5.1-Req-Spec-for-preparing-3D-VR-for-Europeana>.

SÁNCHEZ, A. (2014). "El proyecto 3D-ICONS. El patrimonio de los iberos en la Biblioteca Digital Europea". *Revista PH Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico nº 86*, 124-141.



MEMORIA FINAL DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
DOCENTE (CURSO 2016-2017):

ID2016/234

UNA NUEVA HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL
APRENDIZAJE DE LOS MATERIALES
ARQUEOLÓGICOS: REPOSITORIO ON-LINE DE
MODELOS 3D

ANEXO

**SCANNER PATRIMONIO
E INDUSTRIA S.L.**

Avda. Navarra 103, local
50017 – ZARAGOZA
Tel.: + 34 976 332926
proyectos@3dscanner.es
www.3dscanner.es



Universidad de Salamanca, 5-7 de junio de 2017

**Actividad: “Una nueva herramienta didáctica para el aprendizaje de materiales
arqueológicos: repositorio on-line de modelos 3D”**

**Práctica de documentación geométrica para ‘Objeto cercano’
mediante el programa Agisoft Photoscan**

Previo

Descargar la versión de evaluación del programa en:

<http://www.agisoft.com/downloads/request-trial/>

Paso 1

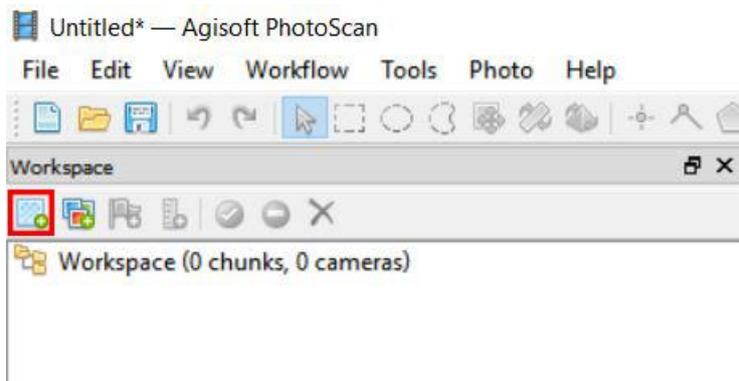
Organizar las imágenes: al hacer las fotografías colocamos el objeto en diferentes posiciones, cada posición (con su respectivo número de imágenes correspondientes) será un *chunk*.

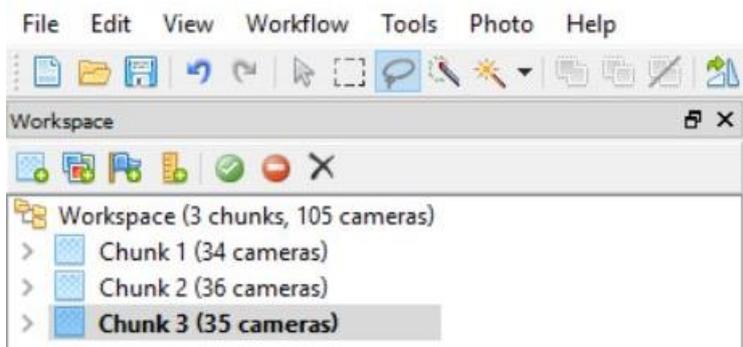


Paso 2

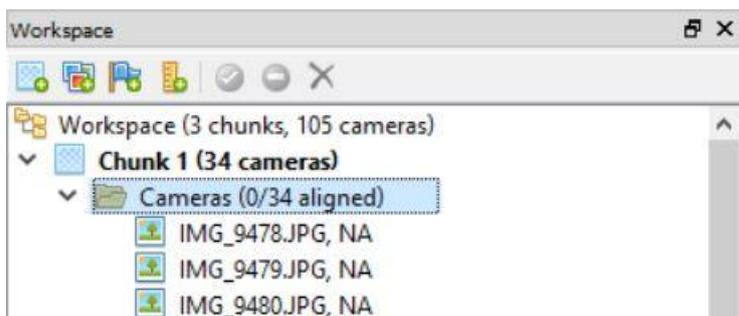
Abrimos Photoscan y creamos *chunks*, uno para cada carpeta (el número de chunks depende del número de vistas que tengamos, crearemos los que necesitemos). Si no se ha movido el objeto, es decir, ha permanecido en la misma posición durante el proceso de toma de imágenes con un *chunk* será suficiente.

Para crear un *chunk* hacer clic en el símbolo marcado en rojo tantas veces como *chunks* se quieran crear.





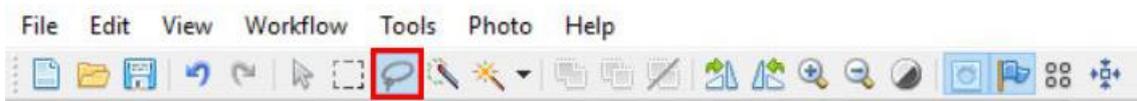
Al hacer clic aparecen debajo los *chunk* creados. Pulsando en la flecha de la izquierda de cada *chunk* aparece la carpeta con el número de imágenes que contiene. Si se despliega la flecha de la carpeta de las imágenes aparece el nombre de cada imagen y las siglas NA (no alineado), que informa de que las imágenes están sin alinear.



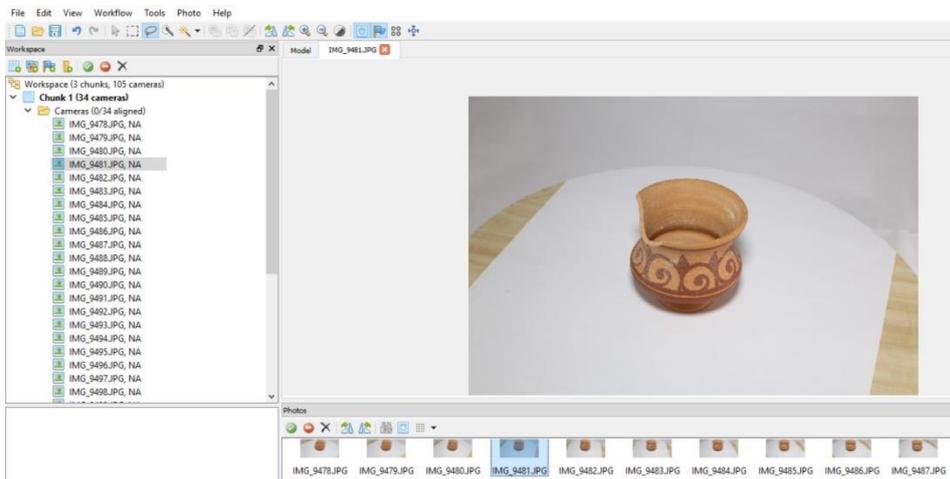
Paso 3

En las imágenes que se han tomado aparece más contenido además del objeto que queremos transformar en 3D. Para que el programa procese sólo el objeto de nuestro interés, hay que decirle qué es lo que nos interesa trabajar. Para ello, se utilizan las máscaras.

Se selecciona la herramienta *Intelligent Scissors*:



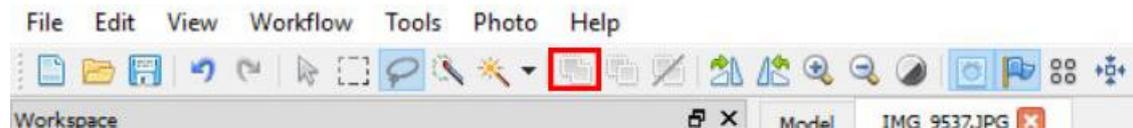
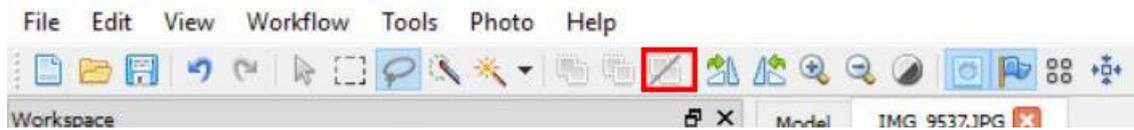
Al hacer clic en un *chunk*, aparecen las imágenes que lo componen en la parte inferior derecha de la pantalla:



Para realizar la selección, se irá siguiendo el contorno del objeto, si se mantiene pulsado el “ctrl” la línea se unirá automáticamente al perfil del objeto, lo que facilita la tarea. Se une el último punto con el primero haciéndolos coincidir y el programa cierra la selección de forma automática. Para poder precisar el contorno del objeto se hace zoom con el *scroll* del ratón (ruleta), y con este mismo botón se navega alrededor del objeto, acercando o alejando según interese.

Una vez acabada la selección se hace clic en ‘*invert selection*’, para que la parte seleccionada sea el objeto, y no la parte que lo rodea; y después en ‘*add selection*’ para que el programa guarde la máscara creada y la añada.

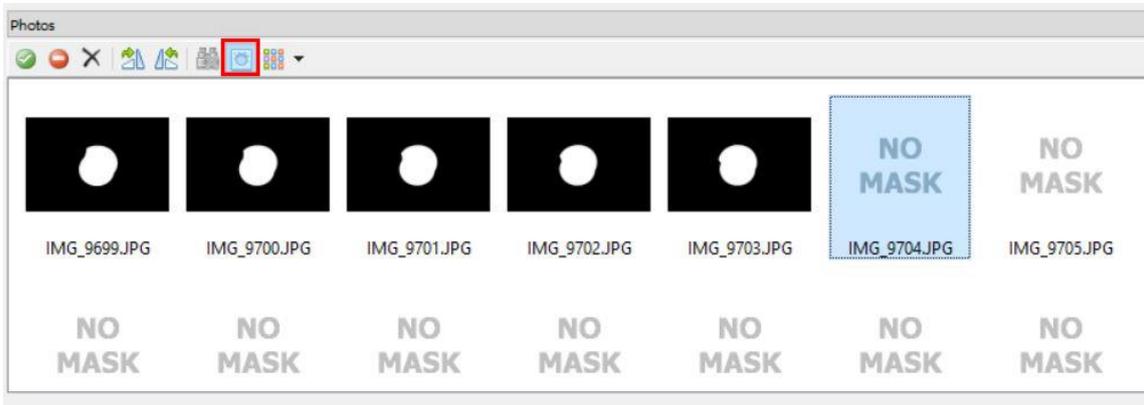




Al hacer esto la imagen se verá como a continuación:



Si se hace clic en la herramienta 'show mask' del desplegable 'Photos' se verán las imágenes en las que se ha creado máscara. Las máscaras que queden por hacer estarán marcadas con un 'NO MASK' en esta opción.



Se debe realizar este proceso con todas las imágenes con las que se está trabajando.

*Esta tarea puede llevar bastante tiempo, para reducirlo se hacen dos recomendaciones:

- Tomar únicamente las imágenes necesarias para realizar el trabajo.
- En el momento de realizar las fotos en el set, utilizar una buena iluminación para reducir las sombras de las imágenes, pues generan ruido a la hora de realizar la máscara del objeto.

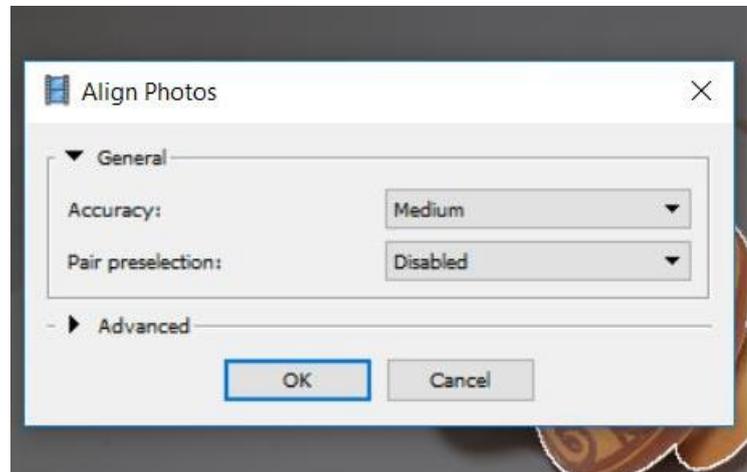
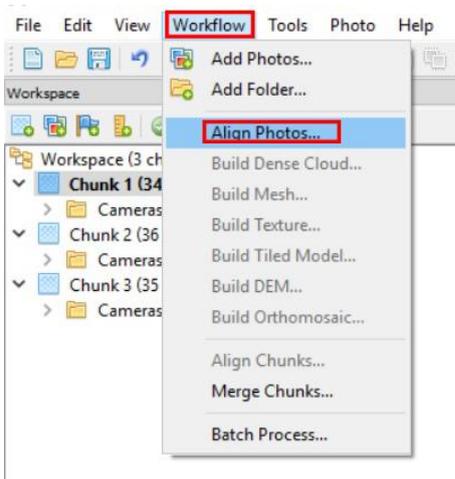
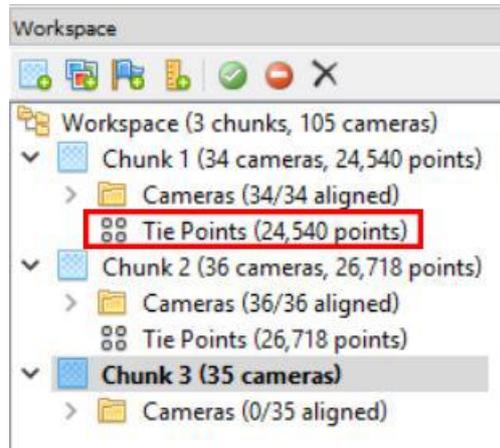
*Paso 4

Si el proyecto está compuesto por varios *chunk*, antes de continuar con el proceso, se deberán fusionar en un único *chunk*, con el que más tarde podremos trabajar.

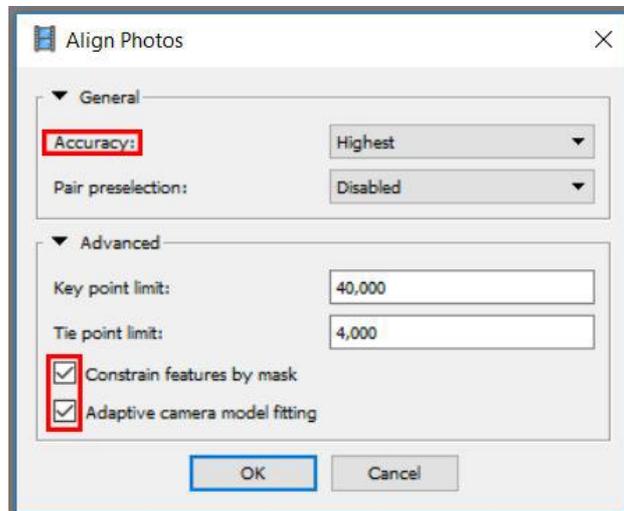
Para ello, dentro de la pestaña '*Workflow*' en '*Merge Chunks*' aparecerá una ventana que da opción de elegir los *chunks* que queremos fusionar. Al acabar aparecerá un nuevo *chunk* llamado '*Merged chunk*'.

Paso 5

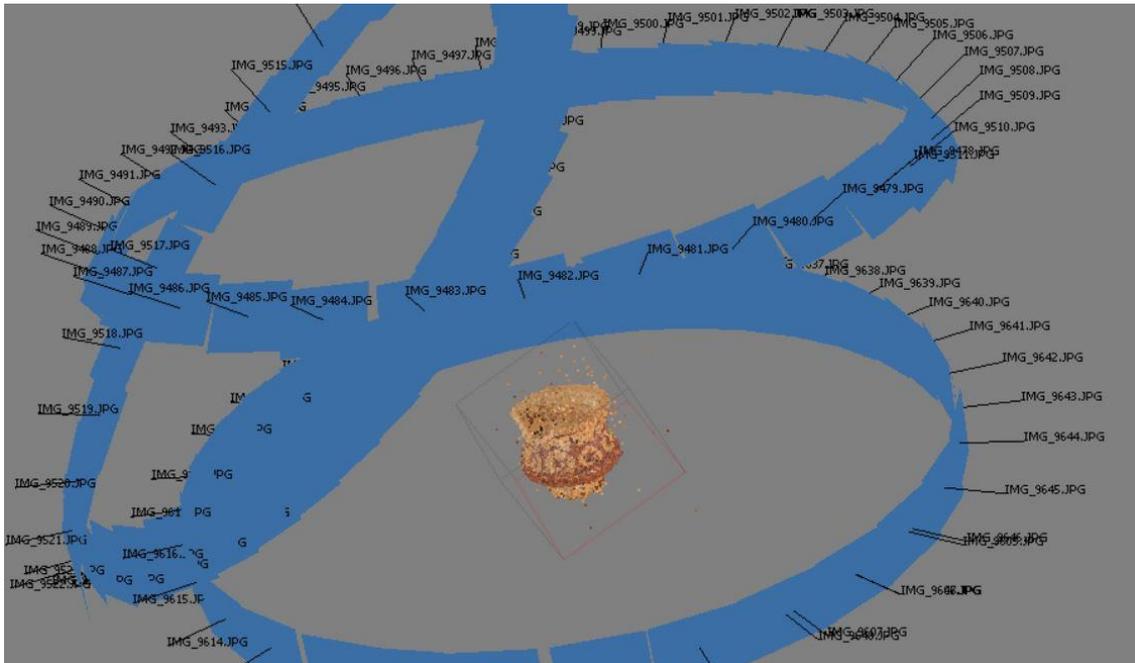
Alinear las imágenes: Se hace clic en la pestaña '*Workflow*' y dentro en '*Align Photos*', y aparecerá la ventana siguiente:



Dentro de esa ventana se selecciona el nivel de precisión deseado. Cuanto mayor sea la precisión que se busque mayor será el tiempo que el programa tardará en procesarlo. También se marcan las opciones que aparecen en el desplegable.



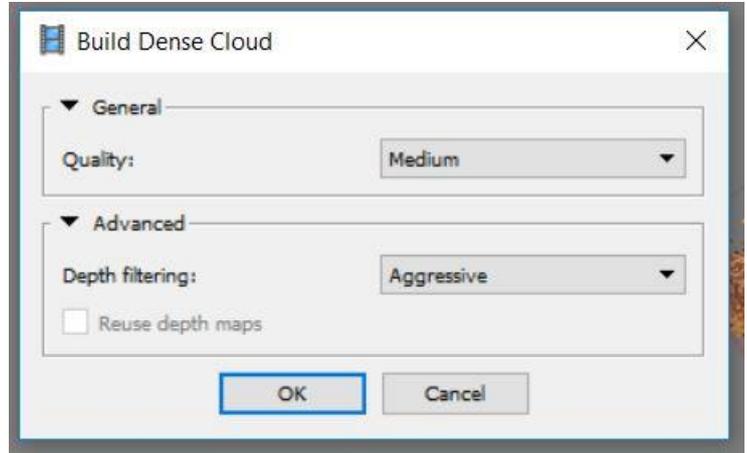
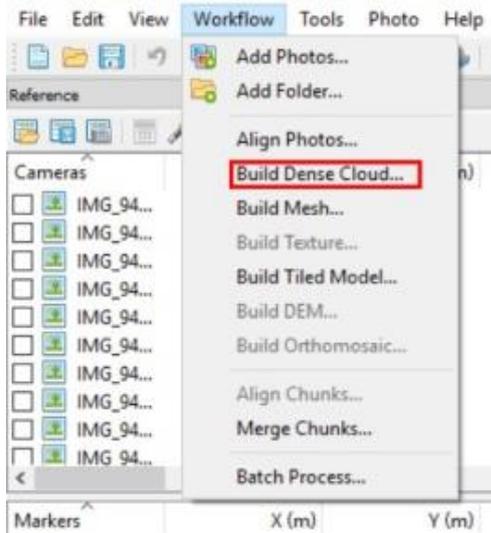
Cuando termine aparecerá otro desplegable debajo de 'Cameras' con el nombre de 'Tie Points'. Al clicarlo aparecerá una nube de puntos simple de nuestro objeto con la posición hipotética que el programa ha detectado como el lugar desde donde se tomaron las imágenes.



Se debe repetir el proceso para cada *chunk*.

Paso 6

En el siguiente paso dentro de la pestaña 'Workflow', la opción 'Build Dense Cloud', se selecciona la calidad, generalmente con 'Medium' sería suficiente, y dentro del apartado 'Advanced' se marcará la opción 'Aggressive'.

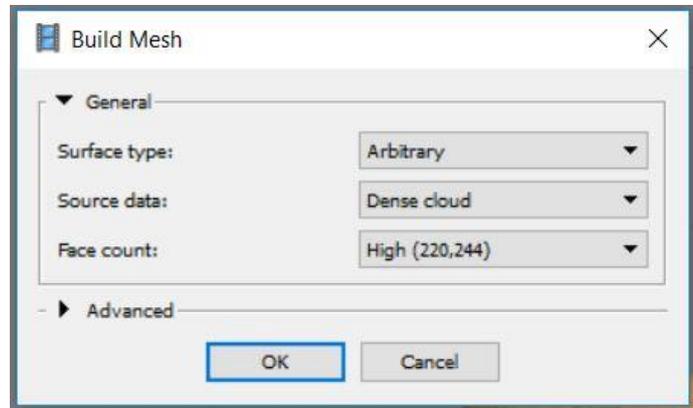
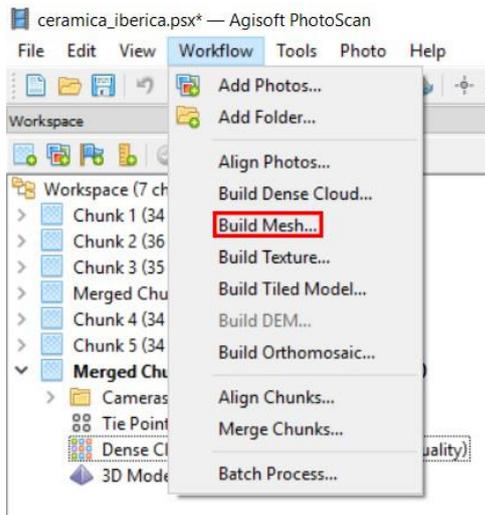


Al terminar este proceso el objeto tendrá un aspecto similar a este:



Paso 7

En el siguiente paso dentro de la pestaña 'Workflow', se continúa con la opción 'Build Mesh' (Crear Malla). Se abrirá una ventana, en la que se seleccionará la cantidad de polígonos que se ajusten a las necesidades del proyecto en 'Face count', las opciones marcadas automáticamente no es necesario modificarlas. Si se quiere poner un número de puntos no predeterminado se puede seleccionar 'Custom' e introducir el número de polígonos que se desean.

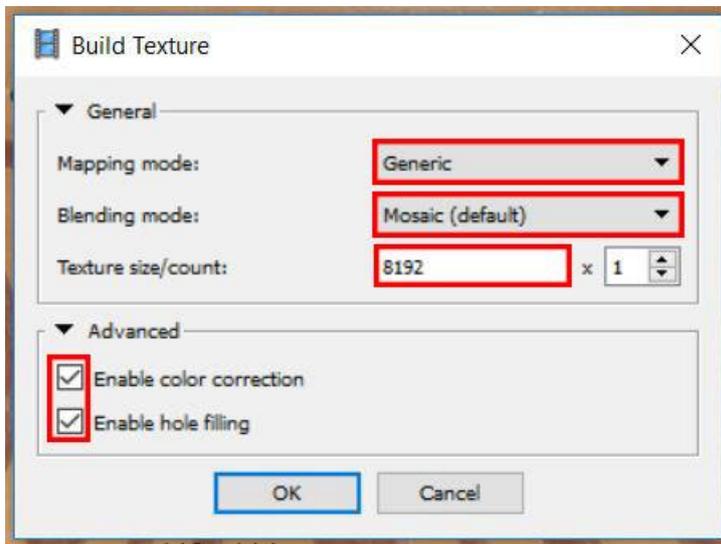


Una vez terminado este proceso el objeto se mostrará con un aspecto similar a este:



Paso 8

En el siguiente paso dentro de la pestaña '*Workflow*', se selecciona la opción '*Build Texture*'. Dentro de la ventana de opciones se seleccionarán las opciones que se indican en la imagen a continuación:



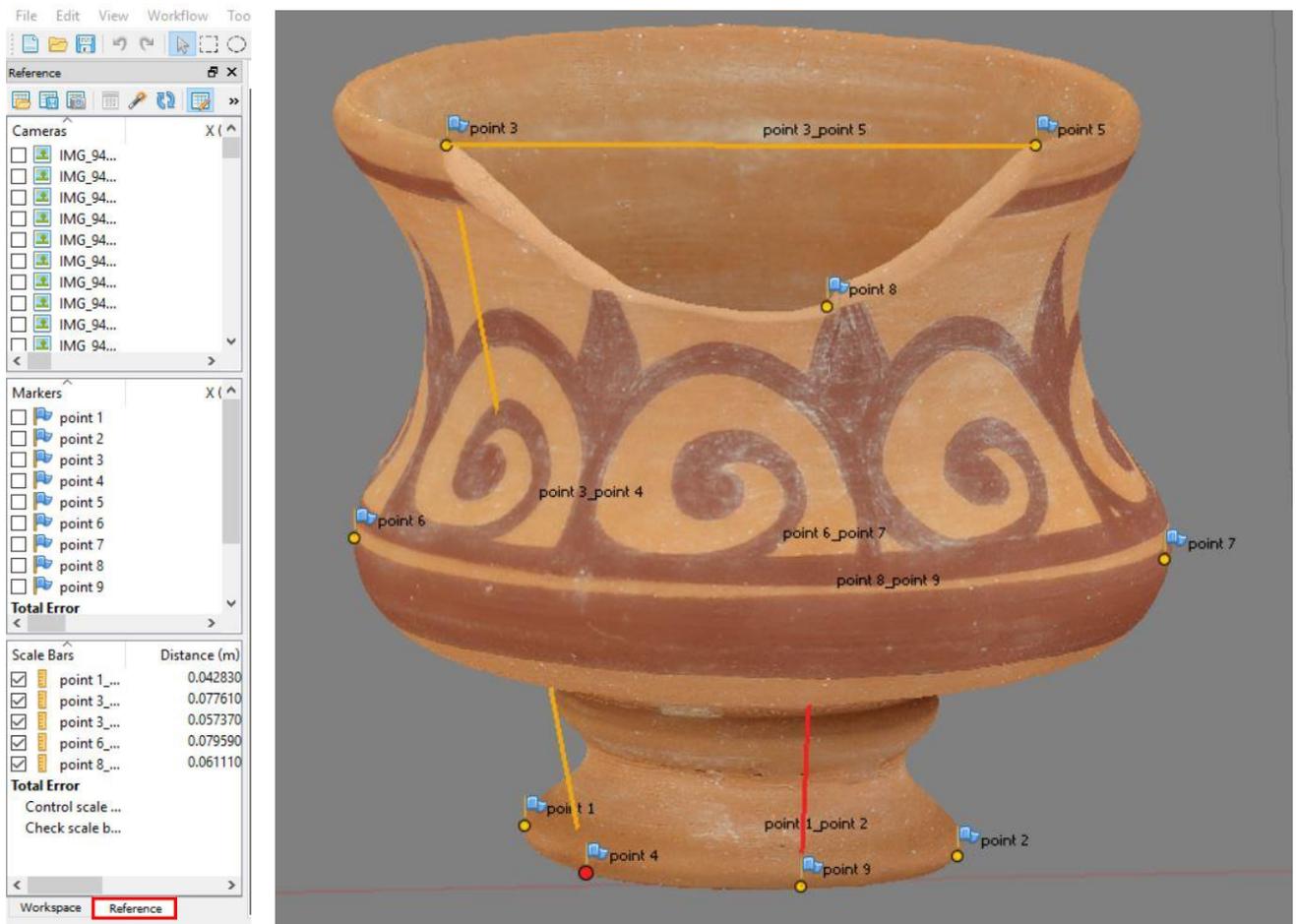
Al acabar este proceso nuestro objeto se visualizará de un modo muy similar al que se muestra en las siguientes imágenes:



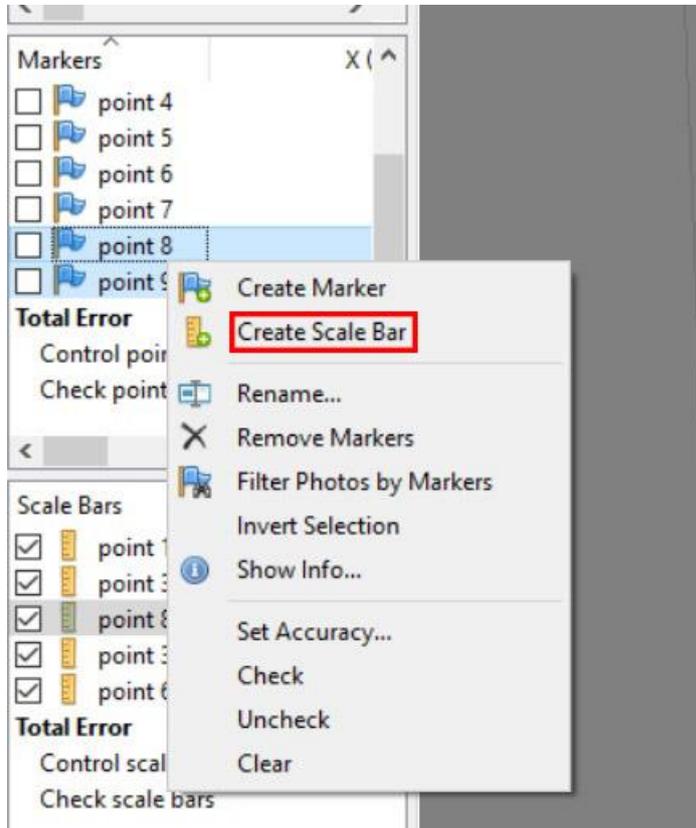
Paso 9

Para introducir las medidas reales, se toman varias medidas con un calibre sobre el objeto físico.

Dentro del visor de Photoscan '3D Model' y con la pestaña inferior 'Reference' seleccionada. En el modelo que tenemos, hacemos clic con el botón derecho en el punto que se quiere marcar (los puntos que se han tomado para realizar las mediciones con el calibre) y se selecciona la opción 'Create Marker'. Aparecerá sobre el punto una banderita. Se crea el siguiente punto que lo une y a la izquierda, en la ventana 'Markers', aparecerán los dos marcadores (point 1 y point 2).



Para continuar se seleccionan ambos puntos pulsando el ctrl, y se marca la opción 'Create Scale Bar', entonces aparecerá en la ventana 'Scale Bar' una nueva formada por esos puntos (point 1_point 2).



Se realiza este proceso hasta acabar de introducir las medidas tomadas y al acabar se debe actualizar para que se introduzcan los datos aportados.



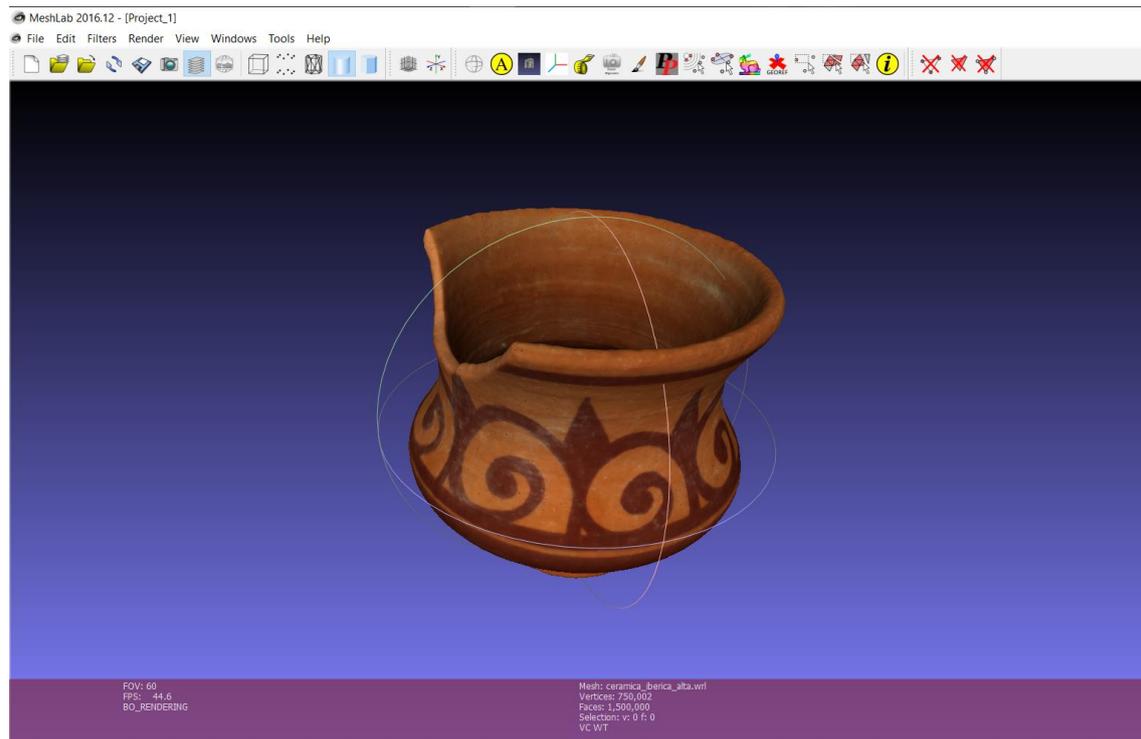
Al acabar, se podrá comprobar que las medidas son correctas utilizando la herramienta 'Ruler' y realizando mediciones reales desde cualquier punto del objeto.

Paso 10

Para exportar el modelo acabado hacer clic en 'File' y en 'Export model', allí se podrá guardar el trabajo en la carpeta que se desee y en diferentes tipos de archivos.

Los formatos estándares de exportación serán:

OBJ – STL – VRML – PLY – PDF3D



Ejemplo del resultado final en formato vrml en el programa MeshLab.