

TÉCNICAS DE DOCUMENTACIÓN MÉTRICA Y GESTIÓN ESPACIAL DEL PATRIMONIO: APLICACIÓN A LOS TEJARES DE GEMUÑO (ÁVILA)

TECHNIQUES OF METRIC DOCUMENTATION AND SPATIAL MANAGEMENT OF THE HERITAGE: APPLICATION TO ROOF TILES FACTORY OF GEMUÑO (ÁVILA)

José Julio Zancajo Jimeno (1) / Teresa Mostaza Pérez (1)

(1) Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca

RESUMEN: En los últimos años hemos asistido a la aparición de nuevos sistemas de medición, que aportan nuevos enfoques en los levantamientos de elementos del patrimonio y complementan la actividad de documentación métrica de los mismos.

Estos sistemas ofrecen nuevas posibilidades que permiten una mejora en el conocimiento y visualización de estos elementos del patrimonio, así como una reproducción más exacta, que mejora ostensiblemente las posibilidades del estudio de los mismos.

SUMMARY: In the last years have appeared new systems of measurement that contribute new approaches in the rises of elements of the heritage and complement the activity of their metric documentation.

These systems offer new possibilities that allow to an improvement in the knowledge and visualization of these elements of the patrimony, and also a more exact reproduction, than it improves his possibilities of study.

PALABRAS CLAVE: Patrimonio, documentación métrica, SIG, modelos virtuales

KEY WORDS: Heritage, metric documentation, GIS, virtual Models.

I. ANTECEDENTES

Los elementos del Patrimonio constituyen un bien cultural que pertenece, en última instancia, a toda la sociedad, sin perjuicio de su posesión inmediata por parte de una entidad pública o de un propietario privado, constituyendo un documento histórico de primera mano.

Son, por otro lado, una importante fuente de información y forman parte de la memoria histórica que cada comunidad tiene y que, por lo tanto, debe **estudiar, proteger y transmitir** a las generaciones venideras.

Como fuente de información, han de estudiarse en todos los aspectos relacionados con estos elementos, ya que el conjunto de ellos nos proporcionará información sobre costumbres, creencias, etc. de nuestros antepasados, lo que nos permite conocer y explicar hechos del presente:

-Morfología: del griego *morfos*, forma y «λογος» *logos*, estudio, estudia la generación y las propiedades de la forma. Con el conocimiento de la figura, a través de la lectura morfológica (proceso de comprensión y comunicación de la forma) es posible desarrollar formas desarrollables. Entre los aspectos configurativos que hacen que la forma sea percibida táctil y visualmente y comuniquen su función operativa, podemos destacar el color, la textura y los brillos o transparencias.

-Dimensiones: del latín *dimensio*, "medida" referidas a un objeto, son las medidas que definen su forma y tamaño. En las ciencias físicas y la ingeniería, el tamaño de una magnitud física es la expresión del tipo de unidades de medida en que esta cantidad se expresa.

-Orientación: procede de la palabra "oriente" y es la forma en la que conocemos el espacio que nos rodea, guiándonos por unos puntos

ya conocidos que actúan como referencia. En definitiva, es la forma de ubicarse en el espacio.

En lo que se refiere al ámbito de este trabajo, nos centraremos sobre el aspecto dimensional, con la descripción de los nuevos equipos que permiten mejorar el establecimiento de esta variable.

II. ESTUDIO DIMENSIONAL

Una circunstancia de especial relevancia en el estudio de los elementos del Patrimonio es su preservación. Por tanto, las metodologías de documentación espacial han de ajustarse a la misma y proveer, a su vez, de una adecuada información del objeto que permita obtener de forma fiable y exacta las dimensiones del mismo.

El objetivo será obtener las dimensiones de los objetos y sus características geométricas, (Teutsch 2007) con el fin de poder realizar reconstrucciones fieles de los mismos, en caso de deterioro, y generar modelos de los objetos de estudio (reproducciones), que permitan su estudio, sin necesidad de trabajar con el elemento original, circunstancia de especial interés para objetos cuya fragilidad pueda suponer un problema en su manejo o cuyas dimensiones no permitan trabajar de forma sencilla con él.

El objetivo en el segundo caso será proveer



Fig. 1. Escáner Láser 3D Trimble GX, equipo utilizado para la toma de datos del presente trabajo.

al investigador de un modelo lo suficientemente detallado como para permitir su estudio sin pérdidas de información significativas.

En este sentido, es de alto interés conseguir reproducciones mediante Modelos 3D (Lkeuchi 2001), que proporcionan una visión global del objeto de estudio, y de animaciones del objeto, que ofrecen una visualización interactiva y muy expresiva.

No hay que olvidar que estas visualizaciones son también un modo muy interesante de difusión del Patrimonio, faceta a tener en cuenta para su conservación.

El Escáner Láser 3D

En el ámbito de las técnicas métricas de modelización tridimensional, se ha introducido en los últimos años el denominado Escáner Láser 3D. Este equipo permite la toma de datos de un objeto mediante técnicas no destructivas obteniendo un modelo métrico tridimensional.

El Escáner Láser 3D permite generar una nube de puntos a partir de muestras geométricas en la superficie del objeto. Con estos puntos es posible extrapolar la forma del objeto, mediante el proceso de re-edificación o re-construcción (Curlless 2000). Además, es posible almacenar para cada punto la información de color, lo que supone que la reconstrucción final permite una reconstrucción de la morfología del objeto en todas sus facetas.

Como ventajas de este equipo podemos citar las siguientes:

- Tiempo de toma de datos muy inferior al de las estaciones clásicas de topografía. Estos equipos son capaces de tomar millones de puntos del objeto. Para el escáner láser 3D Trimble GX, por ejemplo, está cifrado en un valor de hasta 5.000 puntos por segundo.

- Dada la capacidad de toma de datos, permite realizar una definición exhaustiva del objeto.

Es posible, dependiendo de las características del equipo, realizar tomas con resolución por debajo del milímetro de tamaño de la rejilla.

Con estas resoluciones de rejilla, es posible una reconstrucción tanto en la forma como en las dimensiones altamente detallada.

-Una característica asociada al sistema de toma de datos es la generación métrica de modelos tridimensionales de los objetos, permitiendo visualizaciones 3D en tiempo real.

Sin embargo estos equipos presentan también algunos inconvenientes, precisamente derivados de la exhaustiva definición de los objetos. El número tan elevado de puntos, supone un inconveniente en el posterior procesamiento de la información, generando archivos de gran tamaño para el tratamiento en los programas estándar de trabajo.

Otro inconveniente está asociado con el sistema de toma. El equipo realiza una división de la toma en una rejilla, lo que impide la preselección de puntos para la definición del objeto. Esta circunstancia obliga a establecer dimensiones de rejilla muy pequeñas para minimizar las circunstancias descritas.

Por último, los modelos 3D resultantes de la toma de datos, son generalmente muy pesados para su manejo directo en animaciones, por lo que se hace necesaria una generalización para realizar estas animaciones y poder manejarlas de una forma adecuada.

III. ESTUDIO DE LA POSICIÓN

Una característica esencial en los elementos del Patrimonio es la posición espacial. Sin duda alguna, la posición es un elemento de estudio que proporciona una información de alto interés y que es necesario tratar adecuadamente.

El estudio de la posición se realiza desde dos puntos de vista:

-La posición absoluta, es decir, el lugar sobre el que se asienta el objeto.

-La posición relativa, o relación espacial con otros objetos del entorno.

Para poder realizar estos estudios de forma eficaz es necesaria la integración de la información del objeto con el resto de documentación cartográfica de interés para los objetivos de la investigación (Wheatley *et al.* 2002).

En este sentido, será necesaria la integración de documentos cartográficos tanto de diferentes fuentes (cartografía estatal, autonómica, local) como en diferentes formatos (vectorial, ráster).

Actualmente, una fuente de datos muy utilizada por su expresión del territorio son las ortofotografías. La integración de esta información junto a la de detalle de los objetos, permite realizar estudios posicionales detallados, puesto que la información del territorio que ofrecen es muy detallada, ya que no sólo nos proporcionan información posicional sino también de cobertura vegetal, etc.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Sin duda alguna, para abordar un adecuado estudio posicional de los objetos, el mejor medio es la tecnología SIG (Harvey 2008), ya que, por su propia definición, cualquier sistema de información geográfica es capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En definitiva, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

Estos sistemas están basados en la formación de Bases de Datos Espaciales, que permiten gestionar la información geográfica de una forma eficaz y eficiente (Elangovan 2006).

Por otro lado, estos sistemas permiten integrar la información de diferentes fuentes y formatos y gestionarla de forma conjunta, objetivo esencial para el estudio posicional, tal y como se ha planteado.



Fig. 2. Disposición de las tejas en el horno para su cocción.

IV. APLICACIÓN A LOS TEJARES DE GEMUÑO (ÁVILA)

EL levantamiento se enmarca dentro del trabajo encargado por la Fundación ASOCIO de Ávila, con el fin de documentar espacialmente los Tejares existentes en el municipio de Gemuño (Ávila), ligados a la actividad de fabricación de tejas, en concreto la denominada teja árabe, en este momento ya desaparecida.

El primer objetivo del trabajo realizado era ofrecer un conocimiento de las estructuras de los hornos utilizados en la producción de la denominada Teja Árabe mediante la técnica de cocido del barro tradicional.

Para cumplir este objetivo se utilizó como técnica métrica de documentación el escáner láser 3D, comentado en apartados anteriores y, en concreto, el escáner láser 3D de Trimble ® modelo GX.

Otro objetivo era el conocimiento de los emplazamientos y distribución de los diferentes tejares en el Municipio. Para acometer este objetivo se recopiló la información referente a los Tejares existentes, sus propietarios y su ubicación espacial, integrando esta información junto a documentos cartográficos que permitieran ubicar espacialmente la actividad de producción de Teja Árabe, estructurando esta información en una Base de Datos Espacial para su gestión mediante Sistemas de Información Geográfica.

Resultados

En el momento de inicio del trabajo, el único



Fig. 3. Bocas de introducción de combustible de los hornos.

Tejar en producción era el correspondiente a “Santos y Félix Hernández, C.B.”, cuya actividad cesó precisamente el 30 de noviembre de 2008, por jubilación de uno de los propietarios.

De este Tejar se obtuvieron diversas imágenes correspondientes a la última cocción de tejas realizada, que se adjuntan a continuación.

La actividad de producción de teja árabe se distribuyó por el municipio de Gemuño (Ávila) en un total de 13 tejares, de los cuales quedan restos de 8, algunos en muy mal estado.

Con el láser escáner 3D se procedió a la toma de los restos de los 8 tejares comentados, con una resolución de toma final estimada en una malla de aproximadamente 1 mm. El número de puntos resultantes final asciende a un total de más de veinte millones de puntos.

A partir de estas tomas se han obtenido visualizaciones 3D, generando una serie de películas para su visualización en color real y en blanco.

Estas nubes de puntos se han exportado posteriormente a AutoCAD, para modelizaciones futu-

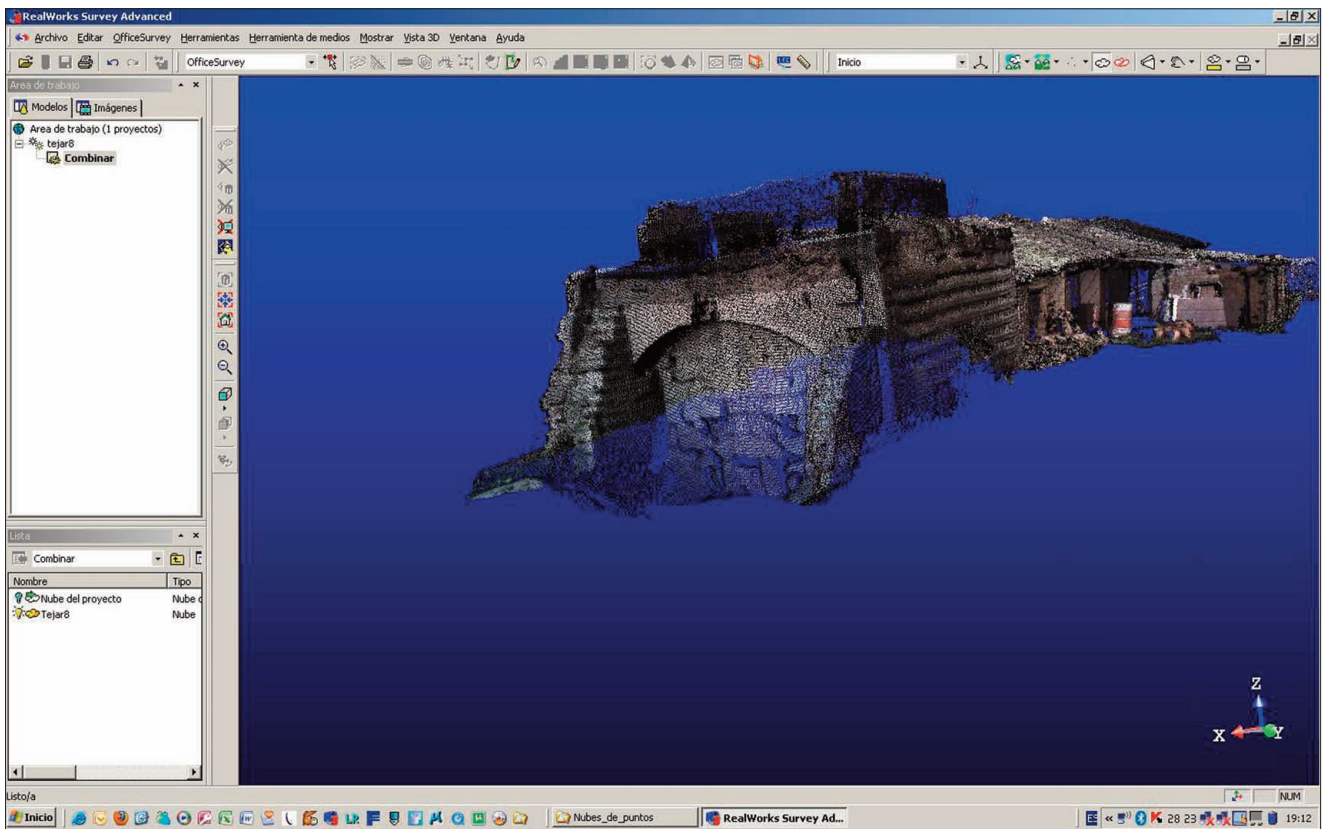


Fig. 4. Visualización de las nubes de puntos tomadas con el escáner láser 3D.

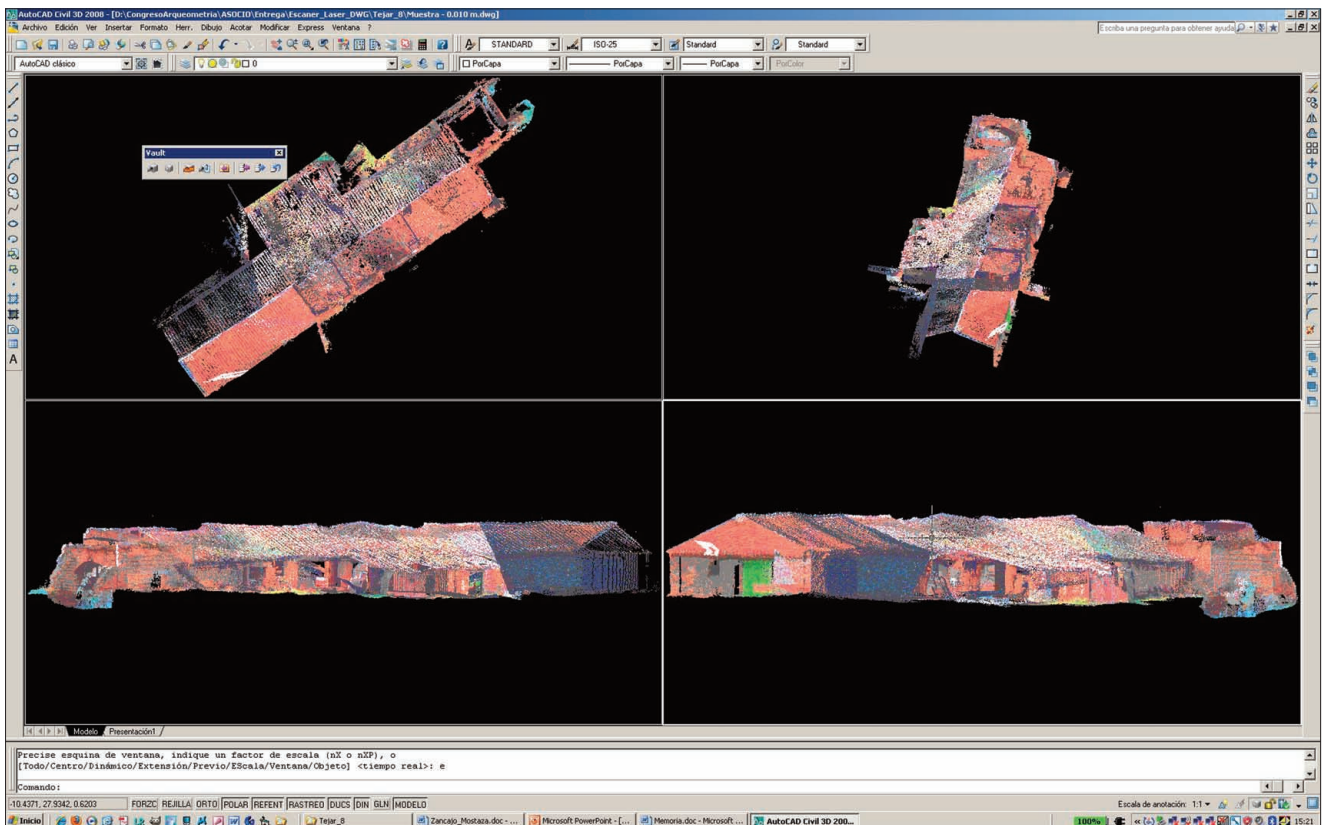


Fig. 5. Visualización en AutoCAD® de las nubes de puntos, con resolución de 10 mm.

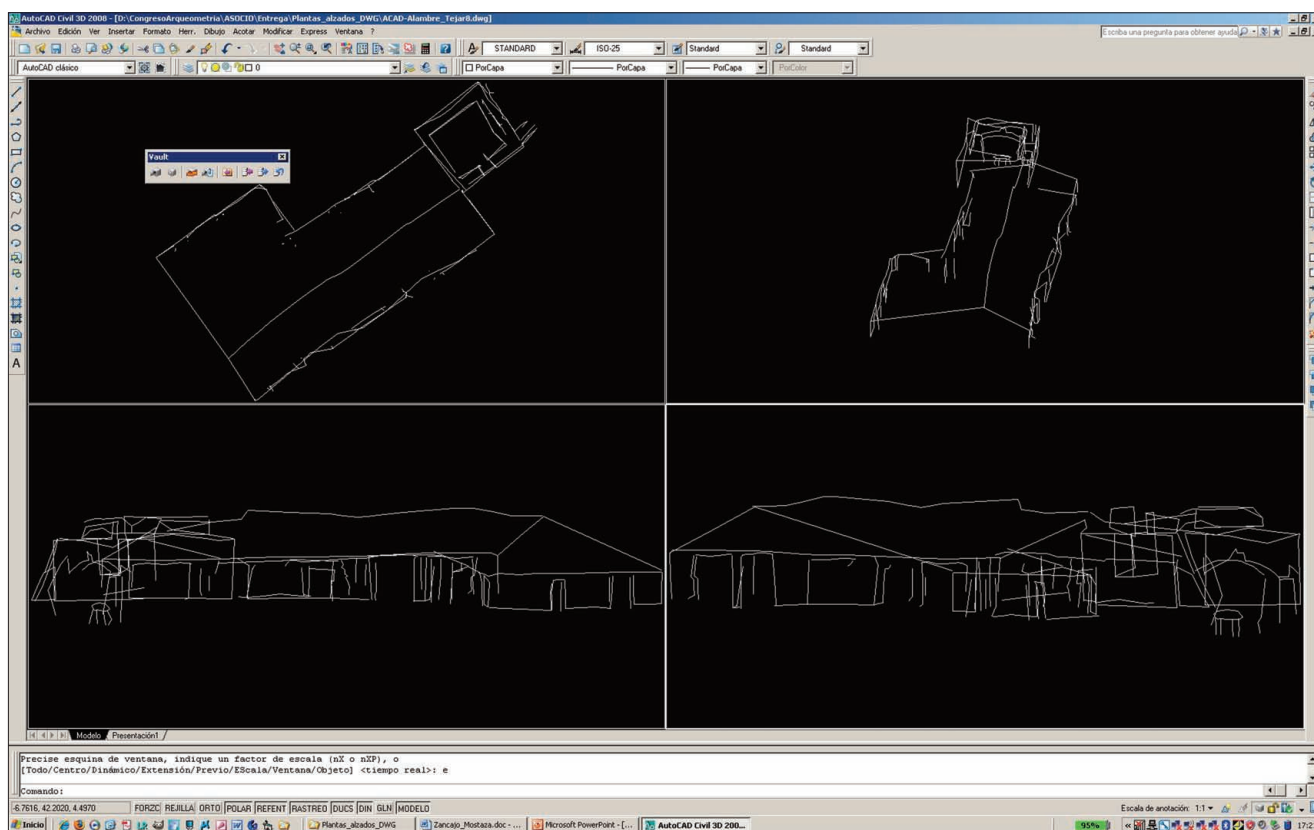


Fig. 6. Visualización en AutoCAD® de Alzados y Plantas.

ras. Dada la gran cantidad de puntos adquirida, el tamaño de los archivos resultantes era excesivamente grande, por lo que se optó por una exportación con generalizaciones a rejillas de 10, 20 y 30 mm.

A partir de las nubes de puntos se han obtenido en formato *dwg* las plantas y alzados de los tejares tomados con el escáner láser 3D.

Por último, de cara al estudio posicional de los tejares se formalizó una Base de Datos Espacial, en la que se han introducido tres tipos de entidades:

- Hornos, definidos como elementos puntuales.

- Tinaos, lugar donde se almacenaban las tejas para su secado antes de la cocción, como elementos superficiales.

- Zonas de “pisa”, donde se trabajaba el barro para después darle la forma definitiva, elementos superficiales representados mediante círculos, morfología original correspondiente a estos elementos.

En el caso de la entidad “Hornos” se ha definido con los siguientes campos:

- ID: Campo Identificador, definido como Autonumérico.

- Propietario: Campo de texto que contiene el nombre del Propietario del Tejar.

- Restos: Campo Booleano que informa sobre la existencia o no de restos de los Hornos de los Tejares (SI/NO).

Estas fichas se han almacenado en formato “*shape*” de ESRI, para su gestión mediante Sistemas de Información Geográfica.

Por otro lado, y con el fin de mejorar la ubicación espacial, se ha obtenido la Ortofotografía correspondiente a la zona de estudio, que abarca los Hornos de los Tejares localizados, obtenida a partir de la fusión y recorte correspondientes a las Ortofotografías de las Hojas “H_531_1-2” y “H_531_2-2”, a escala 1/5.000 del Instituto Geográfico Nacional.

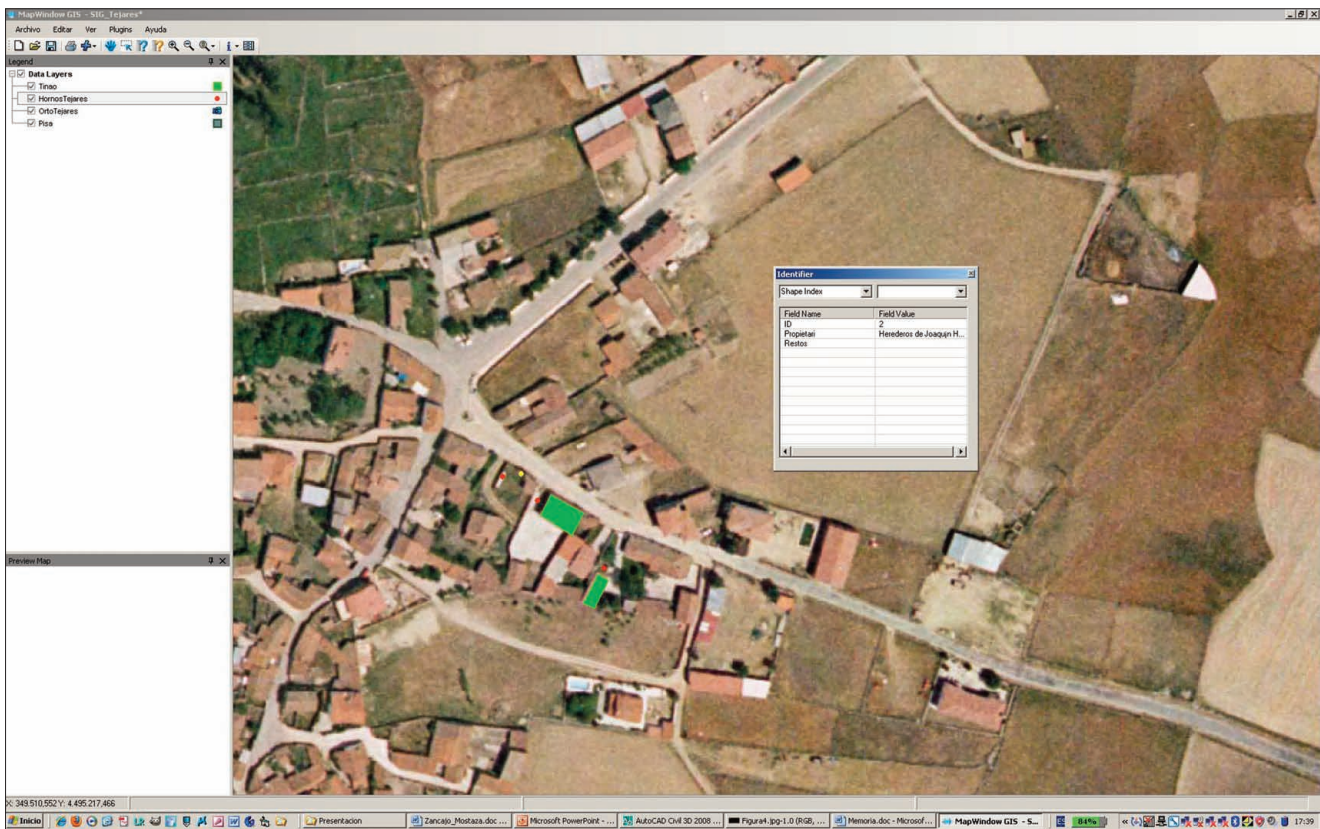


Fig. 7. Visualización de la posición de los Tejares en combinación con la ortofoto de la zona.

V. CONCLUSIONES

El sistema del escáner láser 3D a priori se caracteriza por la rapidez en la captura de datos. Hemos comprobado la veracidad de este punto.

Hay que reseñar que el aparato es sensible a las condiciones climáticas. El proceso de captura de datos se realizó en condiciones límite. La temperatura bajo cero y viento que influía en la sensación térmica dificultó en varias ocasiones el trabajo de campo.

A partir de la nube de puntos es posible realizar diferentes operaciones con los datos que facilitan la obtención de diferentes productos (sólidos, ortofotografías, curvados,...)

La integración de información proveniente de diversas fuentes se puede realizar mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, lo que facilita un valor añadido en cuanto al estudio métrico y espacial.

BIBLIOGRAFÍA

- BERRY, J.K. 1993: *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in GIS*. GIS World Books (Ed). Fort Collins, CO USA.
- BLAIS, F. et al. 2004: "Accurate 3D acquisition of freely moving objects". *Proceedings. 2nd International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, Septiembre 2004*. Thessaloniki, Grecia: 422-429.
- BOLSTAD, P. 2005: *GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems*. Second Edition. Eider Press. White Bear Lake, MN USA.
- BOSQUE SENDRA, J. 1992: *Sistemas de Información Geográfica*. Rialp. Madrid.
- BURROUGH, P.A. et al. 1998: *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press, Oxford.
- BUZAI, G.D. et al. 2006: *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- CALVO, M. 1992: *Sistemas de Información Geográfica Digitales: Sistemas geomáticos*. IVAP-EUSKOIKER. Oñati.
- CHANG, K. 2007: *Introduction to Geographic Information System*, 4th Edition. McGraw Hill. New York.
- CHEN, O. et al. 2005: "A light Modulation/Demodulation Method for Real-Time 3D Imaging". *Fifth International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM'05)*. 13-16 June 2005, Ottawa, Ontario, Canada. IEEE Computer Society: 15-21.
- CURLESS, B. 2000: "From Range Scans to 3D Models," *ACM SIGGRAPH 1999. Computer Graphics*, Vol. 33, Issue 4, Nov 2000: 38-41
- ELANGO VAN, K. 2006: *GIS: Fundamentals, Applications and Implementations*. New India Publishing Agency. New Delhi.
- HARVEY, F. 2008: *A Primer of GIS, Fundamental geographic and cartographic concepts*. The Guilford Press. New York.
- HEYWOOD, I. et al. 2006: *An Introduction to Geographical Information Systems*. 3rd edition. Prentice Hall. England.
- LAVELLE, J.P. et al. 2004: "High Speed 3D Scanner with Real-Time 3D Processing". *IEEE International Workshop on Imaging Systems and Techniques*. Suesa, Italy, 14 May 2004:13-17
- LONGLEY, P.A. et al. 2005: *Geographic Information Systems and Science*. 2nd edition. Wiley. Chichester. England.
- LKEUCHI, K. 2001: "Modeling from Reality," *Third International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM 2001)*. 28 May-1 June 2001. Quebec. Canada: 117-124.
- MAGUIRE, D.J. et al. 1997: *Geographic Information Systems: principles, and applications*. Longman Scientific and Technical. Harlow.
- OTT, T. et al. 2001: *Time-integrative GIS. Management and analysis of spatio-temporal data*. Springer. Berlin / Heidelberg / New York.
- TEUTSCH, C. 2007: *Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners*. Volume 1. Shaker Verlag.
- THURSTON, J. et al. 2003: *Integrated Geospatial Technologies: A Guide to GPS, GIS, and Data Logging*. Wiley. Hoboken, New Jersey.
- TOMLIN, C.D. 1991: *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. Prentice Hall. New Jersey.
- TOMLINSON, R.F. 2005: *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. ESRI Press. Redland. CA.
- WISE, S. 2002: *GIS Basics*. Taylor & Francis. London.
- WORBOYS, M. et al. 2004: *GIS: a computing perspective*. CRC Press. Boca Raton.
- WHEATLEY, D. et al. 2002: *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Application of GIS*. Taylor & Francis. London, New York.