

# INTRODUCCIÓN AL SISTEMA VAC 3D: VIRTUAL ANALISYS FOR CONSERVATION

**Santiago Mijangos Hidalgo-Saavedra.** Conservador-Restaurador; Técnico en Digitalización 3D. Departamento técnico, SIT Transportes Internacionales S. A.  
**Antonio Ortega.** Director del Departamento Técnico, SIT Transportes Internacionales S. A.

## Introducción

El sistema *VAC 3D: Virtual Analisys for Conservation*, ha sido desarrollado con el objetivo de poder establecer una herramienta y una metodología objetivas, eficaces, precisas y de rápido y fácil manejo para determinar y controlar, a nivel de volumen y superficie y a lo largo del tiempo, el estado de conservación de los Bienes Culturales.

Para ello se combinan diferentes tecnologías que son capaces de arrojar datos fiables y precisos que son de utilidad para que el conservador-restaurador pueda realizar estos análisis.

En resumen, el funcionamiento del sistema se basa en la digitalización 3D sin contacto de las obras, realizando un registro de la superficie y el volumen de la misma con un nivel de precisión alto. A partir de este primer registro se trata de medir, almacenar y controlar los parámetros ambientales en los que se incluye la misma (temperatura, humedad relativa, calidad del aire incluso choque y vibración). Estos datos servirán de apoyo para interpretar posibles variaciones de la obra a nivel de superficie a lo largo del tiempo recogidas y puestas de manifiesto por el software del digitalizador 3D.

## Características técnicas

En la aplicación VAC 3D intervienen diversas herramientas de medición, todas ellas debidamente calibradas y homologadas:

- Un digitalizador 3D óptico-láser sin contacto.

Es totalmente inocuo para los Bienes Culturales al utilizar un haz de luz de longitud de onda única y visible. Es rápido en la captura de datos y manejable en su montaje, transporte y desmontaje. Manejamos precisiones de captura de entre 0,18 y 0,05 mm. La precisión de captura necesaria se determina de acuerdo con la resolución de captura de datos que deseemos en cada caso concreto. El sistema que empleamos es completamente portátil, permitiéndonos desplazarnos allí donde se encuentre la obra. La toma de datos, o digitalización, se realiza sin manipulación alguna de la obra y sin contacto la misma. Los tiempos de captura son mínimos, variando entre

0,1 y 1 sg., dependiendo de la precisión de captura que deseemos.

- Un software específico:

Este software permite medir con precisión, rapidez y eficacia, de modo que los datos registrados pueden ser sometidos a diversos estudios con el fin de determinar y cuantificar el estado de conservación de la obra estudiada. Existen numerosos software de tratamiento e inspección-análisis de modelos 3D, de muy diversa precisión. Nosotros empleamos sólo software calibrado y testado, certificado por varios institutos metrológicos alemanes y americanos como el más preciso en inspección y medición de datos 3D.

- Sistemas de almacenamiento de datos ambientales:

También llamados dataloggers. Miden y almacenan datos de temperatura, humedad, vibración, calidad del aire, etc... a lo largo del tiempo, según frecuencias establecidas a nuestro criterio. La variedad de estos sistemas, como en los casos anteriores, es grande, pero debemos exigir siempre aparatos perfectamente calibrados y testados. Su precisión y frecuencia en toma de datos es elegida de acuerdo con las necesidades puntuales de medición en cada caso.

- Software específico para dataloggers:

Que permiten obtener los datos almacenados y analizarlos, tanto gráfica como numéricamente.

## **Metodología**

La metodología seguida, simplificada y resumida en el ejemplo experimental que proponemos, es como sigue.

*Registro inicial; toma inicial de datos.*

Registramos el estado de condición de la obra en 3 dimensiones con un nivel de precisión de 0,18-0,05 mm. (**Figura 1**). En este caso concreto se digitalizaron sólo algunas zonas de la superficie del cuadro que presentaban poca estabilidad. En ellas la adhesión entre la capa pictórica y el soporte (tela) era poca y de mala calidad. Para desarrollar este ejemplo hemos tomado una de estas zonas críticas.

En este ejemplo, una vez digitalizada la obra se sometió a ensayos provocados de deterioro acelerado. En un caso real la obra hubiera seguido su vida normal: colgada en sala de exposición, almacenada o incluso pudiendo realizar viajes temporales en itinerancia. En ese caso debemos tomar datos de condiciones ambientales, como hemos dicho, con dataloggers (incluyendo choque y vibración en transportes).

*Registros posteriores.*

Contrastando registros posteriores (**Figura 2**) con los datos originales almacenados podemos cuantificar las posibles variaciones volumétricas y de superficie en la obra; apoyándonos en los datos recogidos por los dataloggers podemos estudiar la causa que ha podido producirlas.

*Análisis comparativo; determinación de "desviación" media.*

Un primer análisis puede realizarse hallando la desviación de la toma final respecto a la inicial. Los resultados se muestran gráficamente a través de mapas de color que pueden ser de varios tipos, siendo dos los más útiles.

En el primero de ellos (**Figura 3**) los colores van desde el azul hasta el rojo, significando el primero zonas en las que no ha habido desviación alguna y el último zonas donde se localiza la máxima desviación. En el caso concreto que proponemos, la máxima desviación se localiza de forma muy marcada y delimitada en zonas puntuales; la desviación máxima es de 0,11249 mm.

En el segundo (**Figura 4**) la representación del mapa de desviaciones se realiza a través de variación de intensidades de dos colores, el rojo y el azul. El primero determina zonas cuya desviación se ha producido en sentido positivo sobre el eje "Z" -el que forma la mirada del sujeto con el cuadro-, es decir, hacia "adelante"; el segundo, en sentido negativo, es decir, "hacia atrás".

A partir de los datos obtenidos se realiza un primer análisis. En el caso concreto que proponemos el primer mapa de desviaciones revela que estas, como hemos dicho se concentran en áreas muy delimitadas y puntuales; el segundo muestra que estas desviaciones se producen en ambos sentidos sobre el eje sujeto-cuadro (eje "Z"). Las desviaciones sufridas en sentido positivo revelan un abultamiento o abolsamiento localizado puntualmente. Las producidas en sentido negativo, debido a que son desviaciones de un valor considerable y perfectamente delimitadas, revelan pérdidas puntuales de material pictórico.

Las medidas que el software proporciona se ofrecen en milímetros, llegando a una precisión de hasta cinco decimales.

Este primer análisis se complementa con el que sigue.

*Análisis de desplazamiento máximo; secciones virtuales.*

Una vez hemos extraído unas primeras conclusiones a través del primer análisis, podemos realizar un segundo análisis de forma más puntual sobre las zonas que nos interese.

Este segundo tipo de análisis consiste en seccionar virtualmente nuestras obras digitalizadas para poder visualizar gráficamente los

perfiles de las mismas (**Figura 5**). Esta operación de sección puede repetirse en cuantos puntos deseemos a lo largo de su superficie y puede ser realizada sobre ambas digitalizaciones a la vez.

En el ejemplo propuesto hemos realizado una sección virtual en una de las zonas en las que se había producido desviación, según los mapas de las figuras 3 y 4. Esta sección se ha realizado sobre las dos digitalizaciones a la vez, la inicial y la final, de manera que podemos verlas en la misma imagen. En ella, las secciones de cada una de las digitalizaciones se representan en diferentes colores, correspondiendo la de color verde a la inicial y la de color rojo a la final.

Sobre las secciones realizadas pueden tomarse medidas de distancia que pueden ser: distancia entre puntos escogidos, mínima distancia entre secciones o distancia normal entre secciones. En el ejemplo mostrado en la **Figura 6** hemos realizado una medida de distancia mínima desde un punto seleccionado sobre una de las secciones a la otra sección. Los datos que el software proporciona incluyen, además de la distancia absoluta entre las dos secciones -que en el ejemplo es de 0,13236 mm.-, la posición de cada uno de los puntos entre los que se realiza la medición y el desplazamiento descompuesto en los ejes “X”, “Y” y “Z”.

#### *Otros tipos de análisis.*

El software permite realizar otras operaciones de examen suplementarias como hallar líneas de contorno de la obra –secciones virtuales paralelas, hasta 100 por superficie-, calcular dimensiones totales o parciales –de superficie o de volumen- o calcular desviaciones entre las secciones inicial y final.

#### *Lectura de datos ambientales.*

El ejemplo que proponemos se ha desarrollado a modo de ensayo forzado, de forma que los resultados de deformación finales fuesen suficientemente apreciables para ser presentados con claridad. La obra se sometió a varios impactos de intensidad media y a vibraciones de baja frecuencia y alta intensidad durante periodos de tiempo cortos (pocos segundos).

En un caso real estos factores están presentes de forma natural, sobre todo ante procesos de transporte o manipulación. Así mismo, en procesos de exposición, temporal o permanente, así como en almacenaje y en los mismos procesos de transporte y manipulación, factores ambientales como temperatura y humedad relativa están siempre presentes y ejercen un impacto sobre la obra. Otros agentes que interaccionan con la obra son los compuestos volátiles en suspensión presentes en la atmósfera.

Todos estos agentes pueden provocar alteraciones en la obra a nivel de volumen o superficie si superan ciertos umbrales de tolerancia. Estos umbrales se definen para cada uno de los agentes en relación con los diferentes materiales que componen una obra concreta y con la morfología concreta de las mismas.

Por esta razón, debemos realizar mediciones de éstas condiciones en los ambientes donde se encuentre la obra. Estas mediciones se realizan con dataloggers de diferente tipo, cada uno de ellos sensible a uno de esos agentes.

#### *Contraste de datos de condiciones ambientales con datos 3D.*

De este modo podemos realizar análisis conjuntos que nos permitan conocer por qué causa se ha producido determinada deformación sobre una obra.

En nuestro ejemplo, como decimos, sabemos que los daños producidos se deben a niveles de vibración e intensidades de choque críticos.

La experimentación e investigación e este sentido nos arroja una información valiosa para establecer esos umbrales de tolerancia a los que hacemos referencia, pudiendo ejercer una previsión a priori del comportamiento de una determinada obra -compuesta por determinados materiales y con una morfología igualmente determinada-.

### **Conclusiones**

Las ventajas que ofrece el sistema pueden resumirse en las siguientes:

- 1.- Disponer de un registro 3D de la obra con una precisión de captura muy alta.
- 2.- Obtener información objetiva de toda la superficie digitalizada, lo que es de gran ayuda para la realización de informes de conservación.
- 3.- Disponer de unos datos digitales 3D de alta resolución únicos de cada obra, que la identifican individualmente.
- 4.- Calcular dimensiones totales o parciales de superficie o volumen.
- 5.- Realizar todo tipo de mediciones de forma rigurosa y objetiva.
- 6.- Mantener un control exhaustivo del estado de conservación de las obras en el tiempo.
- 7.- Disponer de una base de datos de umbrales de tolerancia de diversos materiales y morfologías frente a la exposición a ciertos valores de diferentes agentes ambientales, lo que redundará en una mayor capacidad de previsión y, por lo tanto, de conservación preventiva.

## **Bibliografía**

Desde el comienzo del desarrollo de la aplicación hasta la actualidad se han realizado numerosos cursos y ponencias donde se ha presentado. Cabe destacar las siguientes.

“Nuevas tecnologías para la conservación de Obras de Arte”. Junta Castilla y León. Cursos de Formación Continua de Profesionales de Museos. 24 y 25 de mayo de 2.004.

“IV Semana de la Ciencia”. Comunidad Autónoma de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, MadridInnova, Ayuntamiento de Tres Cantos y Centro de Innovación Municipal. 12 de Noviembre de 2.004.

“Nuevas tecnologías para la conservación de Obras de Arte”. Junta Castilla y León. Formación para la inserción laboral de profesionales en desempleo. Noviembre de 2.004.

“Master en Restauración del Patrimonio Histórico”. Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia; Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia. Murcia, 21 Febrero de 2.004.

“II Curso Nuevas Tecnologías para la conservación de Obras de Arte”. Noviembre 2.003.

“I Curso Nuevas Tecnologías para la conservación de Obras de Arte”. SIT Transportes Internacionales S.A. Madrid, Noviembre 2.002.