

EDICIÓN AVANZADA DE FOTOMODELOS DE EDIFICIOS

Pablo Navarro Esteve, Jose Luis Cabanes Ginés

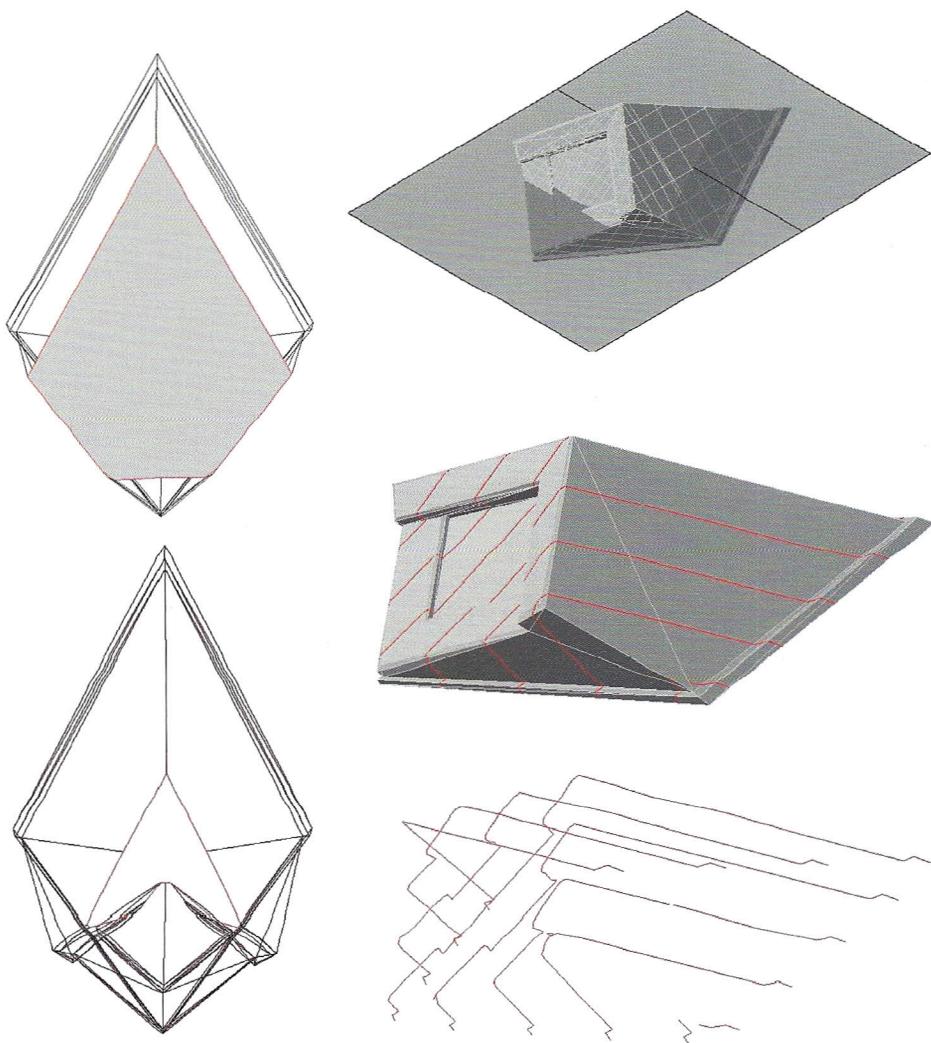
La integración de fotomodelos de edificios con las herramientas de diseño asistido proporciona opciones avanzadas de visualización y de previsión de resultados (modelado y renderizado híbridos). Todas ellas implementan unas metodologías gráficas con resultados más rigurosos en las actuaciones sobre los edificios.

La fotogrametría arquitectónica comenzó como técnica para la medición indirecta a través de fotografías de una manera muy minoritaria, por la complejidad de construcción y utilización de los instrumentos necesarios. Hoy, la digitalización de objetos mediante ingeniería inversa, que engloba la fotogrametría de rango próximo o *close-range* junto con la captación láser, permite con medios al alcance de cualquiera, una serie de resultados útiles y de gran precisión en diferentes campos. A destacar, dibujos de levantamiento de arquitectura, enderezado de imágenes, y fotomodelado (modelos digitales con textura real). Y además otras soluciones muy interesantes relacionadas con el diseño de objetos (*restyling*), control metrológico de productos, técnicas forenses y periciales (muchas de ellas con reconocimiento oficial, como la reconstrucción de accidentes de tráfico), o controles *as built* (fundamentalmente de obras e instalaciones complejas), entre las más destacadas.

La integración con flexibilidad de procedimientos de captación mediante barridos láser e imágenes fotográficas, y resultados (modelado, texturado y obtención de proyecciones con la maqueta digital) de cara a un propósito concreto, constituye una de las líneas actuales más prometedoras en la ingeniería inversa de objetos. Opciones que se muestran capaces de abrir un amplio abanico de soluciones atractivas para su aceptación en el mercado de trabajo, cuya clave reside en el nivel de automatización acorde a la habilitación de recursos visuales demandada.

Proyecto fotogramétrico

La digitalización de escenas reales a partir de fotografías, y su operatividad con programas de diseño CAD / CAM, tratamiento de imágenes, o renderización (como Realsoft 3D, 3DStudio, etc.), ofrece por sí misma cada vez más ámbitos de interés. Una breve revisión metodológica debe comenzar señalando que los proyectos fotogramétricos contienen como mínimo tres etapas: adquisición (captación de datos e imágenes in situ), localización (determinación de los parámetros de orientación interior y exterior de cada cámara), y tallado (extracción automática o manual de características geométricas de interés para el cliente, así como exportación de las mismas a entornos convencionales de diseño). El objetivo concreto decantará el desarrollo necesario de cada una de ellas, pero no debe olvidarse que en fotogrametría, en tanto que ciencia de la medida, la adecuación de los métodos de trabajo a la precisión solicitada para los resul-



Lucernario en la Estación La Alameda, Valencia (Santiago Calatrava Valls). Modelos alámbrico y con superficies abstractas: secciones horizontales y longitudinales equidistantes.

tados, así como la evaluación previa y posterior de éstos, son cuestiones fundamentales que los condicionan.

La estrategia de adquisición de datos requiere una previsión de cámaras y, en función de ellas, un estudio de la situación óptima de las tomas fotográficas, así como la medición de cierto número de elementos de control para la estimación de fiabilidad (previsión de errores). La fase de localización es doble: orientación interior, o reconstrucción de la radiación cónica propia de cada cámara, con evaluación de los distintos errores a través de su calibración, y orientación exterior, o cálculo de la posición de cada toma respecto de un sistema de referencia. El complejo proceso matemático de orientación exterior de haces convergentes,

de planteamiento distinto al de haces paralelos, se ha podido resolver gracias a la enorme capacidad de cálculo de los ordenadores, y presenta ligeras variaciones entre las distintas aplicaciones informáticas que lo resuelven. Conocer su planteamiento analítico es importante para una metodología eficaz y de resultados fiables.

Señalemos únicamente a grandes rasgos que éste se lleva a cabo secuencialmente, considerando en primer lugar cada radiación aisladamente (orientación multifoto) y después, cuando la calidad es suficiente, procediendo a una optimización global de todos los parámetros, que puede extenderse hasta los propios de calibración de las cámaras (calibración de proyecto de las cámaras semimétricas,

que son las más comunes hoy en día). Para ello se emplea en general una selección de puntos del modelo con recubrimiento estereoscópico y buena distribución en los fotogramas (similar a los puntos orientación de Gruber), aunque también es posible hacerlo con primitivas 3D, avanzando ya en esta fase la simplificación geométrica. El emplazamiento de los elementos de orientación elegidos en la zona de solape, cubriendo bien la profundidad de la escena, y la selección de las tomas, con haces formando buenas intersecciones espaciales, tiene que evitar configuraciones problemáticas con residuos excesivos tras el ajuste global. El conjunto de imágenes que conforma la estructura básica a reproducir se amplía en su caso con



Basilica de San Prudencio de Armentia (Alava). Vista frontal del fotomodelo y sección longitudinal con superficies *double sided*. (modelado de Eder Murga).

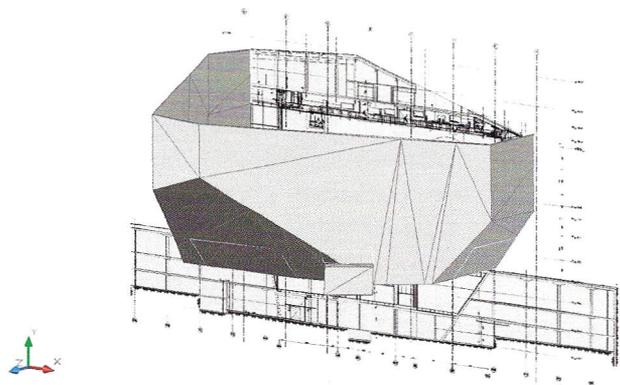


Basilica de San Prudencio de Armentia (Alava). Vista lateral del fotomodelo y sección transversal de la nave con superficies *double sided* (modelado de Eder Murga).

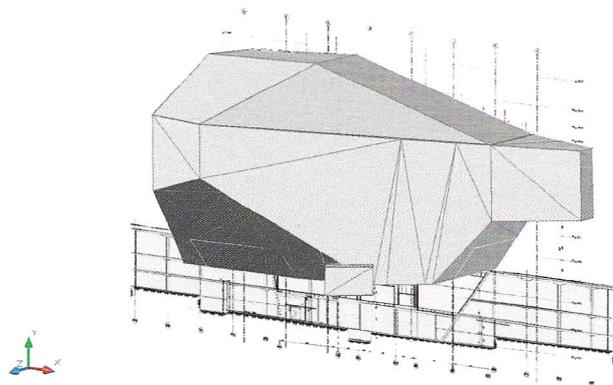




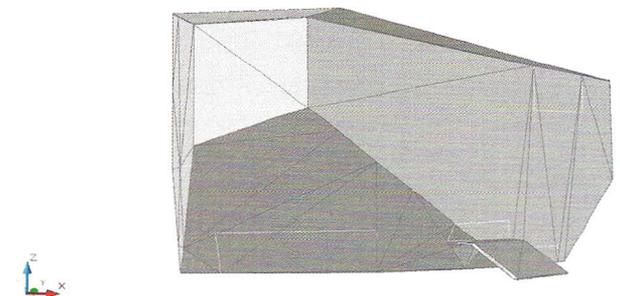
Casa da Música, Oporto (Rem Koolhaas / OMA). Modelos de superficies correspondientes al estado actual y a una hipotética ampliación del salón de actos (secuencias correlativas).



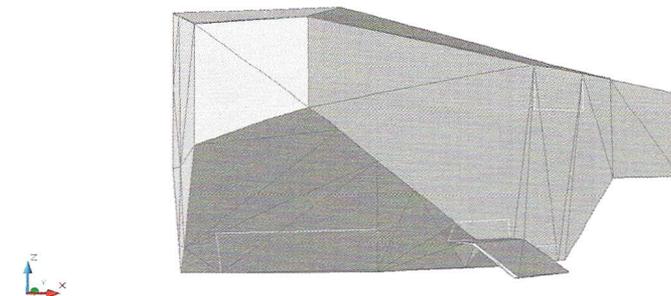
1



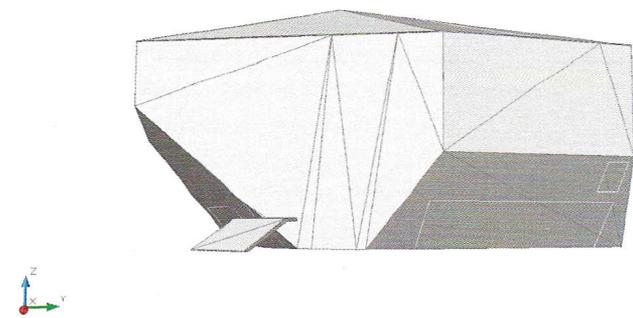
2



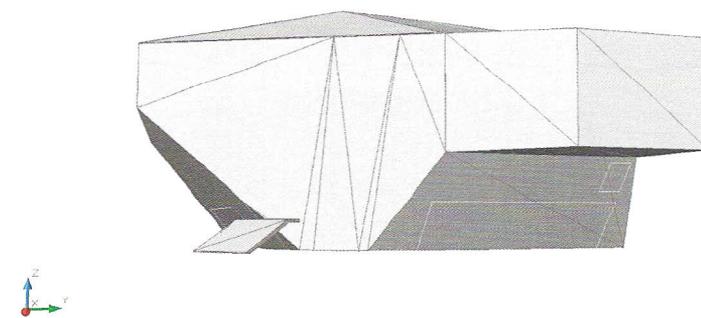
3



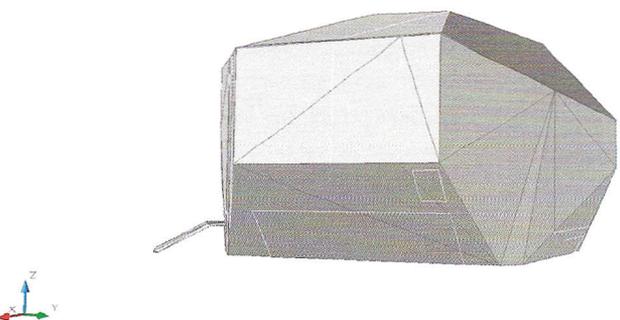
4



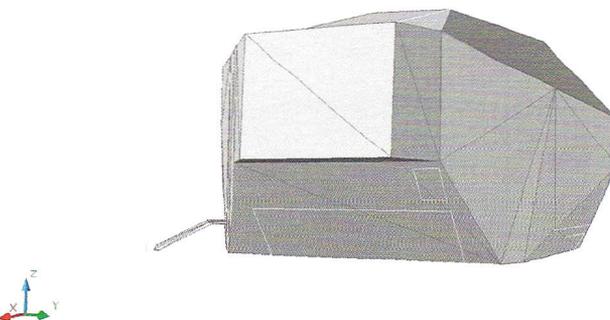
5



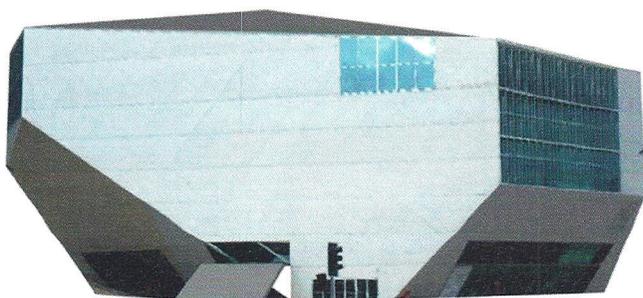
6



7



8



Rem Koolhaas / OMA, Casa da Música, Oporto. Foto-modelos correspondientes al estado actual y a una hipotética ampliación del salón de actos.

otras orientadas aisladamente, para no contaminar al resto con errores residuales significativos. Los restantes elementos que se precisen para completar el levantamiento, son resueltos mediante intersecciones espaciales desde las cámaras ya orientadas, conformando propiamente la fase de medición indirecta.

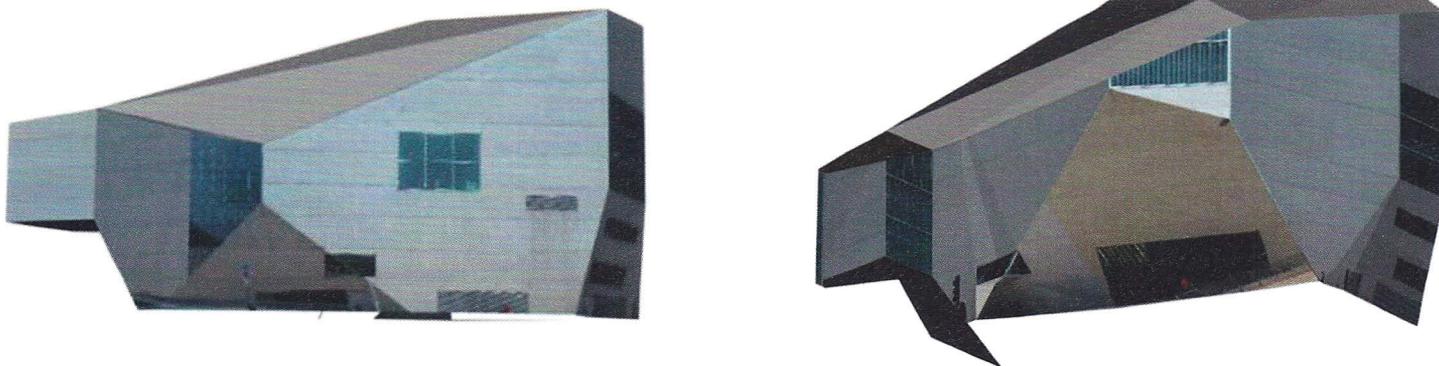
Edición avanzada

Un proyecto fotogramétrico puede mostrar sus resultados gráficos en forma de dibujos de restitución, de reconstrucción ideal (dibujos con trazados geométricos a partir de los anteriores), enderezado de fotogramas aislados o mosaicos de ellos, fotorrepresentaciones, y visitas virtuales animadas. En su mayor parte los mismos se obtendrán a partir de una discriminación *ad hoc* de elementos geométricos extraídos del propio modelo, que pueden ser de tipo lineal (puntos, rectas, curvas, o *splines*), o superficial (planos, cilindros u otras primitivas parametrizadas). Su calidad se medirá particularmente por la adecuación del proceso de interpretación geométrica al propósito planteado. Al mismo tiempo esta selección manual de características geométricas en el edificio determinará una gran diferencia en el trabajo a desarrollar, en función de la escala final a la que debamos entregar el resultado, ya que el grado de simplificación puede ser bien diferente. Este es un aspecto en el que no difieren en gran medida fotogrametría y captación laser.

Los dibujos de restitución se pueden presentar en forma de esqueletos alámbricos, escenas superficiadas o bien secciones, y a su vez como proyecciones bi



Casa da Música, Oporto / Rem Koolhaas / OMA). Vista posterior y sección longitudinal de la ampliación.



o tridimensionales. Las primeras son las más rápidas de obtener, ya que obedecen en gran parte al propio proceso de orientación, pero a cambio proporcionan un resultado transparente, donde la profundidad de los distintos elementos resulta en superposición. En ocasiones ello supondrá una herramienta de análisis interesante, en especial si la gestión de capas permite activar las adecuadas a cada configuración visual deseada.

Digitalizar un modelo de superficies supone un proceso que puede resolverse desde el facetado automático con mallas hasta la evaluación manual elemento a elemento, habilitando por tanto presentaciones con ocultamientos. Se puede operar con mapeados básicos (colores planos) o alternativamente producir una maqueta con textura real extraída de las propias imágenes fotográficas, dando como resultado un fotomodelo. En todos los casos estas proyecciones son de gran precisión métrica, permitiendo, por ejemplo, detectar deformaciones de los edificios como desplomes o asentamientos, de una manera rápida.

Es interesante la posibilidad de laminar el edificio obteniendo cortes 2D o 3D a partir de un modelo de superficies acabado indistintamente con ma-

teriales abstractos o bien con trama real. La intersección con el plano cortante se puede tratar en forma de los clásicos curvados de nivel (en general seccionamientos equidistantes con cualquier orientación) o bien fraccionando el modelo en rodajas y desechando la parte no deseada. Estas extensiones no están disponibles directamente en los programas informáticos más comunes (como *Imagemodeler* o *Photomodeler*), sino que se implementan a partir de la exportación de resultados a otros de dibujo vectorial (con las pieles abstractas) o bien de renderizado con motores de calidad (con el fotomodelo).

La edición avanzada de fotomodelos proporciona una herramienta importante para el análisis, pero especialmente para la previsión de resultados en las intervenciones sobre el patrimonio edilicio, por la buena respuesta de estas aplicaciones con planteamientos *low cost*, es decir, a partir de una interpretación geométrica del modelo con un nivel de simplificación adecuado al objetivo del proyecto fotogramétrico. El fotomodelado amplía pues el interés de la digitalización de arquitectura desde los propósitos clásicos, como restitución o documentación patrimonial, posibilitando una si-

mulación científica de entornos virtuales y aquilatando la previsualización tridimensional desde diferentes ángulos de las intervenciones a operar en ellos, en la línea de los *restyling*. Aplicabilidad convencional para compartir los fotomodelos arquitectónicos con los otros medios de diseño informático, activando así la capacidad de reconocimiento y anticipación que ello supone. Toda una oportunidad.

Fuentes

- La fotogrametría digital en el levantamiento de planos de edificios. Jaime Santa Cruz Astorqui. Prof. Titular E.U. Arquitectura Técnica, Universidad Politécnica de Madrid. www.construmatica.com/articulos
- 3-D Reconstruction of complex architectures from multiple data. Sabry El-Hakim, Emily Whiting, Lorenzo Gonzo, Stefano Girardi. www.cipa.icomos.org/publications