

MODELIZACIÓN FOTORREALÍSTICA DE EMPLAZAMIENTOS DE INTERÉS CULTURAL

TERESA MORANT DE DIEGO / MOISÉS MARTÍN BETANCOR

Profesores del Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería
Universidad de las Palmas de Gran Canaria
Las Palmas de Gran Canaria - España
www.dcegi.ulpgc.es

MARÍA AMPARO NÚÑEZ ANDRÉS

Profesora del Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica
Universidad Politécnica de Cataluña
Barcelona - España
www.upc.edu

INTRODUCCIÓN

La representación arquitectónica está experimentando un cambio importante motivado por la incorporación de la informática gráfica, las técnicas de medida de alta calidad y la posibilidad de mostrar estos trabajos infográficos con detalle casi natural al utilizar, en algunos casos, modelos fotorrealistas e incluso animaciones virtuales.

En la actualidad la utilización del láser escáner, con la captura de cantidades masivas de puntos, junto a las técnicas y métodos topográficos o fotogramétricos convencionales permiten construir modelos digitales triangulares y alámbricos que pueden ser sustituidos en gran cantidad de casos por primitivas, aunque se ha de tener en cuenta que ante superficies complejas la posterior depuración y tratamiento de estos datos requiere una gran cantidad de trabajo

Las representaciones pueden realizarse de una forma más o menos compleja lo que no indica que el grado de información recogida en ellas sea de inferior calidad. Así pues en los casos más sencillos los elementos arquitectónicos pueden representarse utilizando las herramientas de visualización que disponen los programas de diseño gráfico. De este modo se economiza en tiempo y medios al no necesitar nuevos programas de visualización ni intercambio de ficheros, además se ha de tener en cuenta el ahorro de almacenamiento y de tiempo en la manipulación de datos que este tipo de representación permite.

Nos referimos a arquitecturas sencillas definidas por primitivas simples (superficie definidas por una función programada en el propio CAD), como planos, cilindros, esferas..., en las que en principio no se utiliza texturizadas para no sobrecargar el dibujo ya que tampoco aporta es mínima, como es el caso de la visualización de la Plaza del Rey (Barcelona), en la que la representación de todos los elementos constitutivos de las fachadas (marcos, arcos, elementos de sillería ...) deja patente toda la información necesaria sobre dicho elemento.

La mayoría de programas CAD permiten vistas desde diferentes posiciones, isometrías y colocación de punto de vista con orientación que permitiría incluso la captura de imágenes en una trayectoria.

TÉCNICAS EMPLEADAS

Para llevar a cabo la reconstrucción métrica de espacios públicos es necesario llevar a cabo una serie de procesos que dependiendo de cual sea el resultado final deseado van a ser diferentes, así por ejemplo para la realización de un modelo a partir de métodos topográficos y fotogramétricos convencionales se pasará por las siguientes fases:

- *Topográfica*
- *Levantamiento Topográfico*
- *Croquización*
- *Fotogramétrica*
- *Toma fotográfica*
- *Restitución de esculturas*
- *Rectificación de fachadas*
- *Obtención de las texturas*
- *Modelado y Animación*

Mientras que si el levantamiento es hecho por técnicas de láser escáner la segunda de las fases se reduciría a la toma del modelo mediante el barrido, lo cual generalmente va acompañado de la toma de las texturas de los elementos mediante las cámaras CCD de que van dotados los equipos.

Las fases en este caso serían:

- *Topográfica*
- *Toma de puntos de control*
- *Barridos láser escáner.*
- *Tratamiento de las nubes de puntos*
- *Modelado y Animación*

A lo largo de los siguientes apartados se van a desarrollar los diferentes aspectos de cada una de ellas.

TOPOGRAFÍA

Dentro de este apartado se encuadran los trabajos de levantamiento topográfico, toma de puntos de control y croquización de elementos de mobiliario urbano.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La finalidad del levantamiento es la obtención de los puntos significativos del entorno que nos permitan posteriormente generar las mallas que representan el suelo de las plazas y las paredes de los edificios que circundan a dichas plazas, teniendo especial cuidado en la obtención de todas las posibles cambios de pendiente que se den en la zona, así como la obtener la correcta orientación de las tapas de las diferentes redes de abastecimiento que existen en una ciudad (agua, luz, teléfonos,...). Para ello se usarán las dos técnicas básicas de la topografía: la realización de una o varias poligonales que permitirán establecer un sistema de coordenadas en la zona relacionando todos los elementos que componen la zona a representar y la radiación de los puntos, tanto aquellos que se van a emplear para la creación de las mallas como los que se emplearan posteriormente como puntos de control en los trabajos de rectificación fotogramétrica, restitución o empalme de modelos de captura por láser escáner.

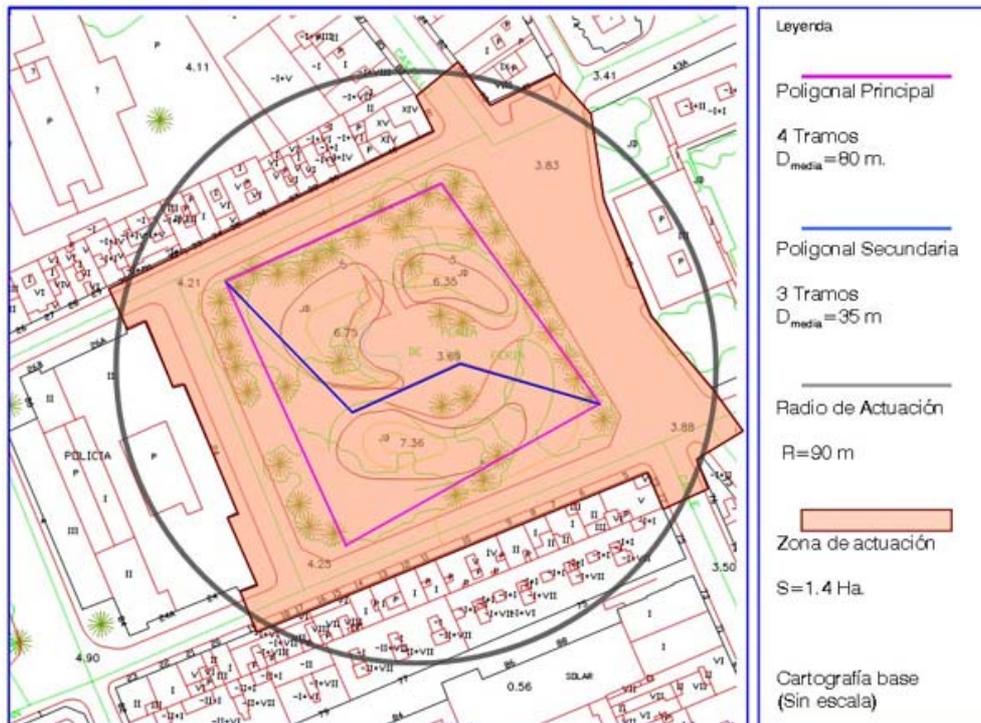


Ilustración 1 Zona de Plaza de la Feria, Las Palmas de Gran Canaria

Los aspectos más importantes a la hora de realizar dichos levantamientos son, por un lado que se realicen con las precisiones adecuadas a la escala a que va a realizarse la representación final, esto quiere decir que se cumpla que la incertidumbre máxima en la determinación de un punto sea de:

$$I = 0.2E \text{ mm}$$

Siendo E el denominador de la escala, y 0.2 mm correspondientes al limite de percepción visual.

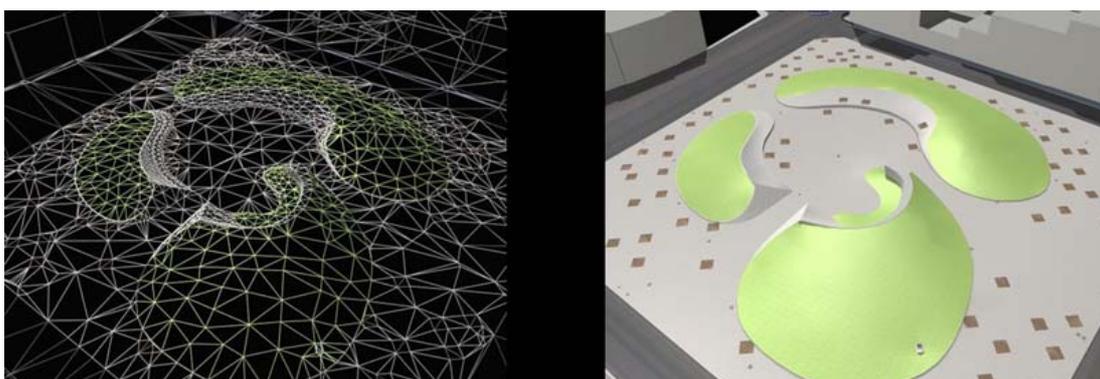


Ilustración 2 Malla de suelo y Fachadas

CROQUIZACIÓN

Existen elementos, como es el mobiliario urbano, que no es posible levantar, en este caso se ha de croquizar para poder tener su geometría y poder realizar su representación, mientras que su posición y relación con el resto de elementos si que puede ser obtenida por topografía. Esto tiene dos ventajas una que los modelos serán reales y otra es que se usan primitivas gráficas en su representación con lo que los ficheros que se obtienen son más pequeños.

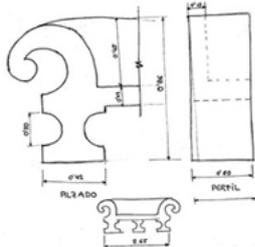
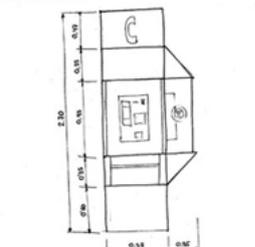
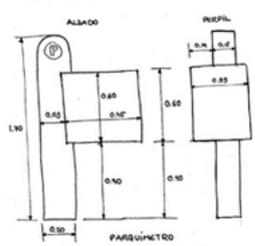
<p>CROQUIS</p> 	<p>REPRESENTACIÓN</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS Ficha 1</p> <p>NOMBRE: BANCO</p> <hr/> <p>Código: BAN Grupo: MOBILIARIO Repeticiones: 13</p> <p>Datos de la malla</p> <p>Archivo: BANCO1.MAX Tamaño: 62.5 Kb Nº de caras: 340</p>
<p>CROQUIS</p> 	<p>REPRESENTACIÓN</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS Ficha 5</p> <p>NOMBRE: CABINA TELÉFONOS</p> <hr/> <p>Código: CAB Grupo: MOBILIARIO Repeticiones: 1</p> <p>Datos de la malla</p> <p>Archivo: CABINA.MAX Tamaño: 78.0 Kb Nº de caras: 240</p>
<p>CROQUIS</p> 	<p>REPRESENTACIÓN</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS Ficha 8</p> <p>NOMBRE: PARQUÍMETRO</p> <hr/> <p>Código: DET Grupo: MOBILIARIO Repeticiones: 1</p> <p>Datos de la malla</p> <p>Archivo: PARQUÍMETRO.MAX Tamaño: 54.0 Kb Nº de caras: 36</p>

Ilustración 3 Ejemplo de figuras croquizadas y sus especificaciones en 3D MAX

FOTOGRAMETRÍA

Esta técnica, en función de la metodología que empleemos, nos permitirá obtener diversas formas de representación muy condicionadas por la geometría y características de los elementos del entorno. Lo que si te siempre se conseguirá en la obtención de las texturas necesarias para el modelizado, ya que se encuentran recogidas en las fotografías.

Generalmente la incorporación de objetos escultóricos o arquitecturas complejas se puede obtener por dos metodologías. La más habitual es la obtención del modelo digital estereoscópico por fotogrametría de objeto cercano, aunque en ocasiones el modelo se puede obtener por técnicas de rectificación.

A continuación se explicarán las diferentes metodologías y sus aplicaciones en función del resultado esperado.

RESTITUCIÓN

En la mayoría de los casos se emplea en este proceso el método estereofotogramétrico, consiguiéndose de esta forma información espacial de elementos complejos. Este método se ha empleado en los casos de la Plaza de la Feria y la Plaza de Santa Ana, y en parte de la Plaza del Rey.

Además de crear el modelo, hay que posicionar los elementos restituidos en el entorno, para ello nos tenemos que apoyar en las poligonales anteriores para la obtención de los puntos de apoyo.

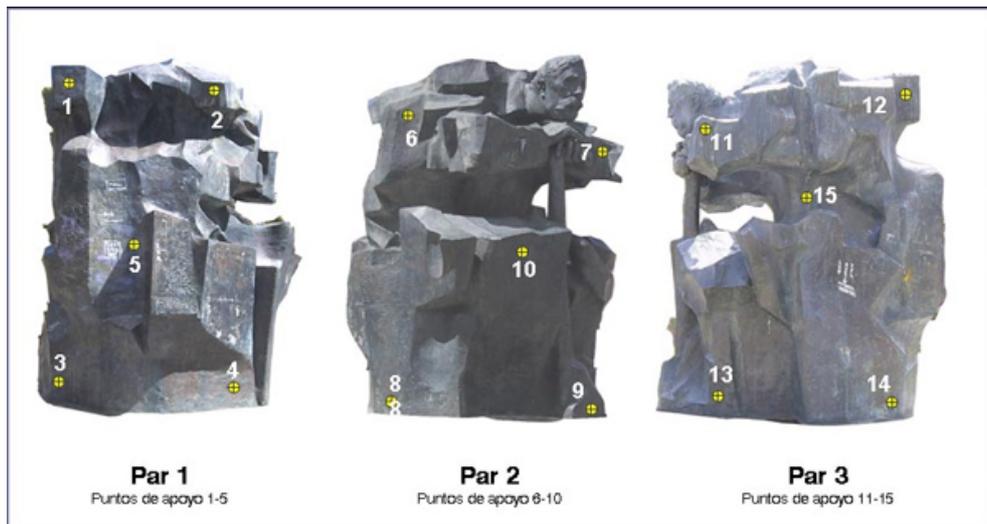


Ilustración 4 Fotografías con la distribución de los puntos de apoyo

RECTIFICACIÓN

En ocasiones el modelo se puede descomponer en planos horizontales o verticales, y efectuar con posterioridad un encaje tridimensional utilizando para ello los puntos de control que sirvieron para rectificar el paramento.

En el ejemplo presentado se utilizó la rectificación encadenada en el caso de la Plaza del Rey completando el modelo que se había restituido.

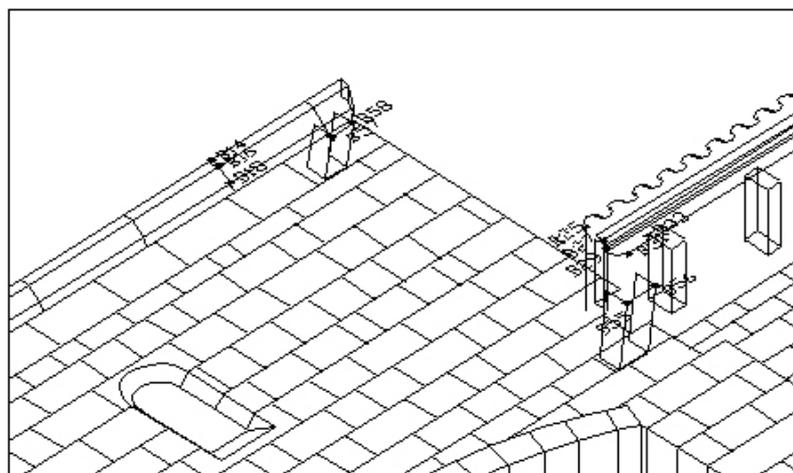


Ilustración 5 Detalle con elementos mallados

En ambos casos hay que posicionar en el espacio los elementos dibujados apoyándonos en los puntos de apoyo o los puntos de trabajo de la rectificación.

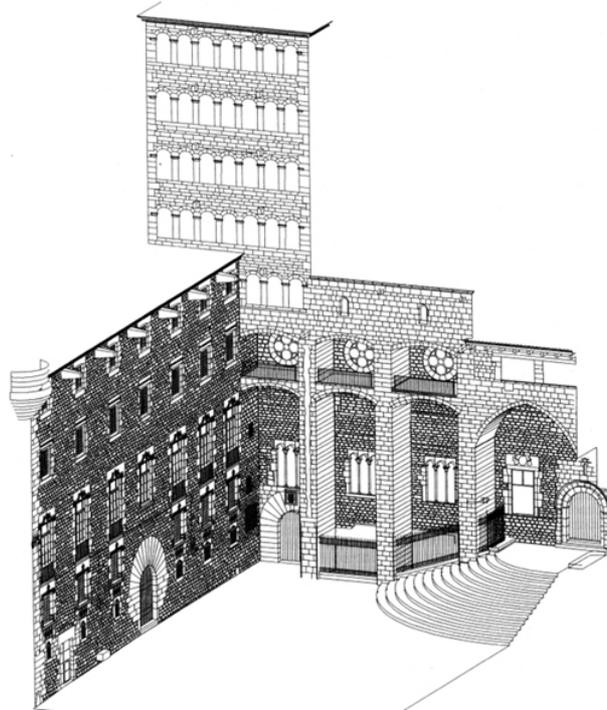


Ilustración 6 Isometría de la Plaza del Rey

LÁSER ESCÁNER

El objetivo de esta técnica es capturar los puntos que definan los elementos escultóricos o arquitectónicos del entorno y necesita por otro lado una cámara digital que permita fotografiar el objeto para incorporar las texturas necesarias para el modelizado, en algunos casos se puede utilizar la reflectividad obtenida por el sensor para efectuar el modelado.



Ilustración 7 Sensor láser escáner trabajando

La técnica de barrido láser utilizando sensores terrestres permite adquirir cantidades masivas de puntos con resoluciones milimétricas de una manera más rápida que las técnicas habituales de levantamiento, pudiendo complementar o sustituir a otras técnicas como es el caso estereofotogramétrico. Además estos sensores permiten trabajar a diferentes distancias, desde pocos centímetros a centenares de metros.



Ilustración 8 Nube de puntos capturada

OBTENCIÓN DE LA TEXTURA

El segundo aspecto fundamental del uso de la fotogrametría es conseguir las texturas de los objetos representados, en este caso la metodología a utilizar es el tratamiento de las fotografías.



Ilustración 5 Texturas de la cabina

La metodología de trabajo es muy simple, se obtiene una fotografía de la textura que tendrá una perspectiva cónica que con medidas realizadas con cinta sobre la misma es posible pasar a una proyección ortogonal, proceso de rectificación visto anteriormente.

Posteriormente con la ayuda de un programa de retoque fotográfico se debe recortar para quedarse con la textura tal y como se puede ver en la figura. Además se deben obtener los mapas de transparencias que nos permitirán la obtención de éstas en las fachadas de los edificios y el cielo.

Modelado y animación

En esta fase se obtendrá el Modelo Digital del mundo real, para ello hay que importar las mallas creadas en el levantamiento topográfico y en el fotogramétrico en el programa 3D Max, teniendo especial cuidado en la separación de las mallas en función de la textura que se le ha de asignar.

Los elementos croquizados se pasan a dibujar con las primitivas que nos permite el programa, para ello hay que realizar un análisis de cada uno de los objetos a representar, tal y como se puede ver en el ejemplo.



Ilustración 10 Proceso de análisis de una papelera, descomposición en una geometría sencilla

Los objetos no croquizables, como son las plantas se deben de dibujar realizando una análisis de fotografías, intentando obtener ficheros de pequeño tamaño, en el ejemplo podemos ver dos de estas plantas.

<p>CROQUIS</p> <p>Croquis no disponible Modelado a partir de fotografías</p>	<p>REPRESENTACIÓN</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS Ficha 27</p> <p>NOMBRE: PALMERA CANARIA</p> <p>Código: PAL1 Grupo: VEGETACIÓN Repeticiones: 68</p> <p>Datos de la malla</p> <p>Archivo: PALMERA1.MAX Tamaño: 1390 Kb Nº de caras: 2888</p>
<p>CROQUIS</p> <p>Croquis no disponible Modelado a partir de fotografías</p>	<p>REPRESENTACIÓN</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS Ficha 28</p> <p>NOMBRE: LAUREL DE INDIAS</p> <p>Código: ARB Grupo: VEGETACIÓN Repeticiones: 17</p> <p>Datos de la malla</p> <p>Archivo: ARBOL.MAX Tamaño: 411 Kb Nº de caras: 232</p>

Ilustración 11 Proceso de análisis de elementos no croquizables

Para terminar el proceso se aplican a todos los objetos las diferentes texturas creadas.



Ilustración 12 Mallas sin Texturas



Ilustración 13 Mallas con Texturas

Como paso final se tiene que posicionar las luces y la creación de recorridos para su animación.

Los tamaños de los ficheros de los trabajos presentados son:

- Plaza de La Feria
Fichero 3D: 32 Mb
Texturas: 27 Mb
- Plaza de Santa Ana
Fichero 3D: 23 Mb
Texturas: 34 Mb
- Plaza del Rey
Fichero 3D: 22 Mb

OBTENCIÓN DEL MODELO ALAMBRICO

En el caso de la Plaza del Rey, la representación de las fachadas y elementos que la constituyen permitiría aportar mucha más información en el caso de obtener una representación vectorial, o modelo alámbrico de la misma, es decir, obtener y representar todos los vectores que definen la geometría de cada uno de los elementos, es decir todas las piezas de sillería, arcos de las ventanas

Para ello una técnica muy efectiva es la rectificación anteriormente comentada, una vez tenemos las fotografías corregidas de la proyección y distorsiones se procede a dibujar los vectores que definen cada uno de los elementos.



Ilustración 14 Puntos, mallado y texturizado del portal de la catedral de Barcelona

CONCLUSIONES

Tal y como se puede observar es necesario el uso de multitud de técnicas para la obtención de un producto de calidad y precisión óptimos, pero todo este trabajo se ve recompensado por la grandes utilidades que nos permite.

Podemos obtener una gran cantidad datos extras de la información que se genera, como pueden ser los planos de las estatuas para su restauración si fuera necesaria, pero también nos facilita información de volumen, peso estimado si se conoce el material del mismo, centro de gravedad, ...

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que han hecho posible la realización de estos trabajos, Héctor Rodrigo, Sonia Hernández, Luz Marina Ramos, Yesica Chirino, Maria Rubio, Alfredo Lorenzo...