

Optimización de la gestión y mantenimiento de elementos urbanos mediante geoposicionamiento y vinculación de base de datos interactiva al modelo de información de construcción.

M.J. García-Granja^{1*}, O. de Cózar-Macias², E.B. Blázquez-Parra², A.B. Gutiérrez-Sánchez³

1) Departamento de Arte y Arquitectura, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Málaga, Plaza El Ejido, 2. Málaga, 29013, España.

2) Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, Facultad de Ingenierías Industriales, Universidad de Málaga, C/ Doctor Ortiz Ramos s/n. Málaga, 29071, España.

3) Apogea, C/ Steve Jobs, 2, Edificio Promálaga, Oficina 15, Parque Tecnológico de Andalucía, Málaga, 29071, España.

* Autor de contacto: mijggranja@uma.es

RESUMEN

BIMoPOLIS surge como una idea, ganadora de un Spin-Off, basada en el desarrollo de contenidos digitales, en el campo de la arquitectura y las infraestructuras, haciendo uso de las últimas tecnologías en los campos del levantamiento, modelado en tres dimensiones (3D), geoposicionamiento y realidad virtual y aumentada (RV) (RA).

El objetivo de estos contenidos digitales es su inclusión en aplicaciones que transformen la manera en la que tradicionalmente se opera en estas áreas a nivel de gestión y mantenimiento, optimizando los protocolos, en busca del concepto de Smart City.

Para ello, se suele proceder levantando y geoposicionando la infraestructura en cuestión e incorporando al modelo 3D la información relevante para la realización de operaciones habituales de mantenimiento como medidas, materiales, datos de contacto de distribuidores, precios, vistas de detalle, u otros indicadores de interés.

La vinculación de esos datos al modelo virtual conlleva numerosas ventajas ya que, mediante el uso de una única aplicación, se pueden realizar informes de incidencias, posicionar averías, contactar con operarios y proveedores, reportar de trabajos acabados, etc., suponiendo un gran ahorro en tiempos y costes de gestión y comunicación en operaciones de mantenimiento.

Este artículo se centra en el primer proyecto desarrollado por **BIMoPOLIS**, encargado por el Vicerrectorado de Smart-Campus de la Universidad de Málaga (UMA), a raíz de una reunión mantenida en el marco de las II Jornadas de Transferencia de Tecnología **TTAndalucía 2017**, y consistente en el geoposicionamiento arbóreo y vinculación de base de datos interactiva al modelado de información de construcción de la sección principal del bulevar Louis Pasteur, ubicado en el Campus de Teatinos.

Palabras clave: Smart City; geoposicionamiento; building information modeling



Fig.1. Conceptos clave del Spin-off "BIMoPOLIS. 3D Smart solutions for the Smart City". Fuente: Elaboración propia

2 MATERIALES, MÉTODOS Y RESULTADOS

El **objetivo principal**, definido por la propiedad, consiste en disponer de una planimetría 3D, en soporte digital, en la que se geolocalicen las especies arbóreas existentes en el ámbito de actuación definido, de 87.000 m², y en la que, al pulsar sobre el icono de cada árbol, aparezca su ficha actualizable con su imagen, nombre vulgar y científico, magnitudes principales (altura y diámetros de copa y tronco), estado sanitario, coordenadas y observaciones).

Para la elaboración de las dichas fichas, fue necesario realizar un trabajo interdisciplinar con biólogos e ingenieros agrícolas de la UMA, para identificar las más de 80 especies existentes.

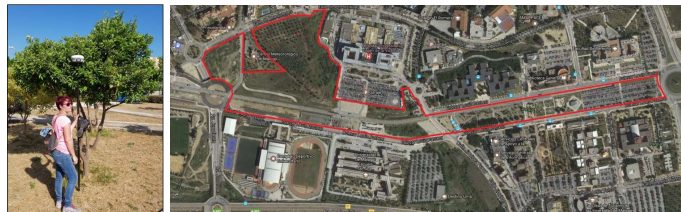


Fig.2. Imágenes del trabajo de campo con GPS y del ámbito de actuación del proyecto.

Para vincular la nueva información generada con la ya existente en los registros de la UMA nos basamos en algunos avances publicados sobre metodologías para la automatización del proceso de generación modelos 3D de ciudad, en formato City Geography Markup Language (CityGML). Aunque, concretamente, las **tecnologías y métodos de trabajo** utilizados fueron los siguientes:

- Para el levantamiento topográfico y la geolocalización arbórea -en Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 (ETRS89)- se utiliza el Sistema Global de Navegación Satélite (GNSS) Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de Geotronics, en concreto un GPS L1/L2 RTK/GPRS con tarjeta de módulo de identificación de abonado (SIM), de la gama Trimble, con el que se trabaja, en tiempo real, en conexión con a la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP).

- Con los datos obtenidos, procedemos al modelado BIM del ámbito de actuación, en nivel de desarrollo 1 (LOD1). Para ello, nos ayudamos una aplicación de georreferenciación y generación automática de emplazamientos en 3D, programada en lenguaje C# por **BIMMate**, que utiliza datos del Catastro y en la que escogemos utilizar imágenes del Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 5 metros (MDT05) del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), en sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección en sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), en el huso 30.



Fig.3. Vistas 3D y de planta de emplazamiento del modelo BIM generado con Autodesk Revit. Fuente: Elaboración propia

- En dicho modelo se incluyen 525 ejemplares de árboles, asociados a sus fichas, mediante hipervínculo alojado en una tabla Access. De esta forma, al hacer clic sobre el icono de cualquier especie vegetal, en su vista en planta, se accede a la ficha con toda su información, que se inserta en las familias mediante parámetros compartidos. Al introducir los ejemplares como familias paramétricas, dicha información actualizable genera un modelo 3D vivo en el tiempo, en el que, al modificar los datos dimensionales de cualquier árbol en la tabla de planificación, se actualiza su visualización 3D.

Nombre vulgar	Nombre científico	Altura	Diámetro copa	Diámetro tronco	Estado sanit.	Acción a.	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
Almendro	Prunus dulcis	4,010	4,870	0,240	Bueno	Mantenir	3678775,500	40,645,530,750	43,366
Almendro	Prunus dulcis	3,340	3,220	0,230	Bueno	Mantenir	3678809,935	40,645,478,899	43,435
Almendro	Prunus dulcis	3,230	3,430	0,180	Bueno	Mantenir	3678825,055	40,645,405,491	43,512
Almendro	Prunus dulcis	3,410	2,810	0,240	Bueno	Mantenir	3678758,178	40,645,567,095	43,379
Olivo	Olea europaea	4,410	3,620	0,170	Bueno	Mantenir	3678755,027	40,645,401,030	44,375
Palmera canaria	Phoenix canariensis	2,010	2,120	0,310	Bueno	Mantenir	3678692,831	40,645,560,258	44,993
Palmera canaria	Phoenix canariensis	2,410	2,960	0,170	Bueno	Mantenir	3678693,140	40,645,537,010	44,391
Palmera canaria	Phoenix canariensis	2,890	3,410	0,280	Bueno	Mantenir	3678708,706	40,645,523,794	43,997
Palmera canaria	Phoenix canariensis	1,790	2,710	0,310	Bueno	Mantenir	3678728,997	40,645,475,555	43,526
Palmera canaria	Phoenix canariensis	1,710	2,860	0,260	Bueno	Mantenir	3678752,557	40,645,438,214	43,935
Palmera canaria	Phoenix canariensis	0,980	1,710	0,110	Bueno	Mantenir	3678713,740	40,645,435,480	44,376
Palmera canaria	Phoenix canariensis	1,420	2,810	0,110	Bueno	Mantenir	3678702,372	40,645,432,762	44,598
Olivo	Olea europaea	3,850	3,050	0,310	Bueno	Mantenir	3678717,320	40,645,428,810	44,406
Palmera canaria	Phoenix canariensis	1,230	1,930	0,190	Bueno	Mantenir	3678758,932	40,645,387,327	44,250

Fig.4. Extracto de tabla Access y ejemplos de ficha técnica y de parámetros compartidos. Fuente: Elaboración propia

3 CONCLUSIONES

Observamos como la información asociada a elementos urbanos puede introducirse en modelos BIM que contribuiría a la **optimización de la gestión inteligente de ciudades en temas como:**

- Controlar el sistema de riego, de forma automatizada y centralizada, de forma selectiva, en función de los datos de los árboles (necesidad de cantidad y hora de riego según sus datos).
- Planificar las labores de poda y de limpieza por zonas y épocas del año, según la existencia de árboles cuya caída estacional de hoja, floración o fruto, haga que se prevean más sucias.
- Predicir la velocidad de crecimiento, de cada ejemplar, según su especie, y realizar estudios de soleamiento para simular su proyección de sombra, a lo largo del año, para así poder proyectar un diseño urbano óptimo, respecto a dotación de mobiliario e infraestructuras como pérgolas o toldos.
- Decidir entre distintas opciones de árboles a plantar programando un algoritmo, asociado a los parámetros de la ficha de cada especie, que permita conocer su velocidad de crecimiento y que determine su ecoeficiencia, en función de la ratio entre el valor añadido de lo que se ha producido (absorción de CO₂, proyección de sombra, etc.) y el impacto ambiental añadido que ha costado producirlo (necesidad de riego, mantenimiento por poda o limpieza, etc.).

Las implicaciones prácticas de este proyecto muestran líneas de investigación futuras relacionadas con la optimización del mantenimiento de las ciudades donde, gracias a las nuevas tecnologías disponibles, se podría realizar un inventario de elementos de mobiliario urbano, infraestructuras, vegetación, etc., almacenando esa información en un modelo BIM de la urbe, al que se vincularía dicha base de datos, creando con ello lo que podríamos denominar **el libro de la ciudad**, que sería administrado y gestionado por organismos y servicios públicos municipales, como refleja la figura 1.