

**Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar**

Director de la División de  
Ciencias y Artes  
Para el diseño  
UAM Xochimilco



## **INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

En: Alcaldía Tlalpan

**Periodo:** 16 de agosto de 2023 al 16 de febrero de 2024

**Proyecto:** Construcción, supervisión y mantenimiento del entorno urbano con presupuesto participativo.

**Clave:** XCAD000484

**Responsable del proyecto:** C. María del Rosario Aguirre Barrera

**Asesor interno:** José Alberto Cruz Jiménez

Juan Carlos Ramírez Revilla  
Matricula: 2152036329  
Licenciatura: Arquitectura  
División de Ciencias y Artes para el Diseño  
Cel: 55 8677 9321  
Correo electrónico: [revillarq@gmail.com](mailto:revillarq@gmail.com)

## **INTRODUCCIÓN**

En el presente documento se realiza una breve presentación del trabajo realizado en la alcaldía Tlalpan, durante los 6 meses de servicio social se efectuaron diferentes capacitaciones al personal sobre el vuelo de drones y levantamientos aéreos fotográficos. Este concepto se conoce como fotogrametría y se realizaron buscando los beneficios que tendría la implementación de este método de trabajo para la Alcaldía.

Se usaron diferentes equipos de dron y un software llamado Agisoft Metashape.

Adicionalmente se ayudó en la transición a la metodología BIM dentro del área, brindando apoyo en capacitación de personal referente al tema BIM y el uso de softwares como Revit, Navisworks, Newforma Konnect y Autodesk Construction Cloud.

## **MARCO TEÓRICO**

*"La fotogrametría es la ciencia por medio de la cual a partir de fotografías del terreno, se consigue deducir su planta y su alzado, llegando a formar un plano topográfico del mismo. Estas fotografías pueden tomarse desde tierra o desde el aire, dando lugar a la división de dos grandes ramas de la fotogrametría: terrestre y aérea. Puede definirse también la fotogrametría como el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuáles podemos deducir de la fotografía un objeto, la forma y la dimensión del mismo."* Santamaría, Jacinto (2011)

Las dependencias del gobierno en cada una de las alcaldías de la Ciudad de México tienen la importante función de establecer normativas, especificaciones aplicables y regulaciones que rigen tanto la obra pública como la obra privada, así como los servicios de infraestructura urbana. Estas dependencias, en coordinación con otros departamentos y organismos, se encargan de la planificación, proyección y construcción de toda esta clase de servicios, procurando siempre un enfoque integral y metropolitano que responda a las necesidades de la población.

En particular, la dirección de obras públicas de la Alcaldía Tlalpan ha asumido un rol proactivo y visionario al proponer nuevos estándares de construcción para la obra pública. Su enfoque se centra en la integración de elementos de sustentabilidad, que promuevan el cuidado del medio ambiente; accesibilidad, que garantice que todas las personas, sin importar sus capacidades, puedan hacer uso de las infraestructuras; y elementos modernos, que incorporan las últimas tecnologías y tendencias en construcción. Todo esto se realiza con el objetivo de satisfacer las necesidades de una capital que está en constante crecimiento y adaptación, asegurando que la infraestructura pública no solo sea adecuada para el presente, sino que también esté preparada para los desafíos futuros.

La ley orgánica de alcaldías de la CDMX, indica que las principales funciones que ejerce la alcaldía Tlalpan son:

- Planear, organizar, normar y controlar la prestación de los servicios públicos de su competencia, así como la planeación y ejecución de obras y servicios públicos de impacto en más de una demarcación territorial o de alta especialidad técnica, de acuerdo con las clasificaciones que se hagan en las disposiciones aplicables.

- Diseñar, normar y, en su caso, ejecutar, conforme a la presente Ley y otras disposiciones aplicables, las políticas de la Administración Pública de la Ciudad de México en materia de prestación de los servicios públicos de su competencia.
- Construir, mantener y operar, en su caso, directamente o por adjudicación a particulares, las obras públicas que correspondan al desarrollo y equipamiento urbanos y que no sean competencia de otra Secretaría o de las Alcaldías.
- Expedir, en coordinación con las dependencias que corresponda, las bases a que deberán sujetarse los concursos para la ejecución de obras a su cargo, así como adjudicarlas, cancelarlas y vigilar el cumplimiento de los contratos que celebre.
- Llevar a cabo los estudios técnicos e investigaciones de ingeniería para mantener actualizadas las normas aplicables a las construcciones en la Ciudad de México.
- Vigilar y evaluar la contratación, ejecución y liquidación de las obras y servicios de su competencia, conforme a las leyes aplicables.

La Alcaldía Tlalpan de la Ciudad de México está actualmente inmersa en un proceso de adaptación y migración de sus proyectos arquitectónicos digitalizados. La propuesta se centra en transformar el método de trabajo tradicional, que utiliza CAD para la creación de planos, secciones y alzados en dos dimensiones, hacia un enfoque basado en BIM (Building Information

Modeling). Este cambio permitirá el modelado en tres dimensiones y fomentará el trabajo colaborativo entre las diferentes especialidades.

El principal objetivo de esta iniciativa es migrar todos los proyectos arquitectónicos, levantamientos y cualquier tipo de información actualmente en formato CAD a un programa de modelado 3D como Revit. Además, se busca realizar levantamientos de proyectos que no cuentan con información digital en 2D que pueda servir como material de referencia. En estos casos específicos, se pretende trabajar directamente en Revit mediante la creación de modelos en 3D.

Con esta migración, la Alcaldía Tlalpan aspira a optimizar sus procesos y mejorar la eficiencia en el desarrollo y gestión de sus proyectos arquitectónicos; adicionalmente se busca capacitar al personal en el uso de softwares como Revit, Navisworks y ACC.

En el contexto mexicano, no existe un estándar de aplicación BIM nacional (por esto se entiende como un documento que puede ser el anexo nacional de la ISO 19650 u otro documento que explicita de manera clara y estandarizada distintos aspectos de la utilización de BIM para el país), ni términos de referencia estandarizados (se denomina de esta forma a los documentos que requieren BIM en proyectos y que se desarrollan siguiendo estándares nacionales o internacionales para asegurar la estructuración correcta de la información y que esta sea uniforme y consistente entre distintos proyectos que respondan a los mismos TdR) y tampoco protocolos y guías técnicas sobre BIM (los cuales son los distintos documentos que explican como desarrollar información a través de BIM, estos documentos se pueden centrar en diversos aspectos, entre ellos la modelación, coordinación, operación y mantenimiento, el plan de ejecución BIM o BEP, los roles BIM, los parámetros de entidades, el CDE, la interoperabilidad, las

especialidades específicas como arquitectura, estructura, MEP, etc; Sin embargo, en el sector público, algunas instituciones han adoptado esta metodología de manera voluntaria en casos específicos. Ejemplos notables incluyen la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) y proyectos coordinados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (BIM Task Group México), Soto, C. & Manríquez, S. (2023).

Por otro lado, el sector privado ha implementado BIM en proyectos gubernamentales por iniciativa propia, aunque la mayoría de los beneficios de esta metodología han sido capturados por los contratistas. Es relevante mencionar que, en 2017, se publicó la primera norma mexicana enfocada en BIM, el Plan de Ejecución para Proyectos, donde se denomina a la metodología BIM como Modelado de Información de la Construcción (MIC).

### **Planificación Urbana**

En el ámbito de la planificación urbana, la fotogrametría se utiliza para generar mapas topográficos detallados y modelos digitales de elevación (DEM) que son esenciales para el diseño de infraestructuras y la gestión de terrenos. En la Ciudad de México, donde la expansión urbana es constante y compleja, estas herramientas permiten a los urbanistas y arquitectos visualizar y planificar de manera más efectiva. Los modelos 3D generados a partir de fotogrametría facilitan la evaluación del impacto de nuevas construcciones en el entorno existente y ayudan a prever problemas potenciales como inundaciones o deslizamientos de tierra .

### **Restauración de Edificios Históricos**

La fotogrametría también juega un papel crucial en la restauración de edificios históricos. En el centro histórico de la Ciudad de México, conocido por su rica herencia arquitectónica, la fotogrametría permite capturar

detalles arquitectónicos con gran exactitud, los cuales se incorporan en los modelos BIM para planificar intervenciones sin comprometer la integridad de las estructuras originales. Esta técnica no solo preserva el valor histórico de los edificios, sino que también optimiza los recursos utilizados en su restauración .

### **Integración de Fotogrametría con BIM**

La integración de la fotogrametría con la metodología BIM (Building Information Modeling) lleva estos beneficios a un nuevo nivel. Al combinar modelos fotogramétricos con BIM, se obtiene una representación más completa y precisa del proyecto. Esta integración permite a los equipos de diseño y construcción trabajar con datos más fiables y actualizados, mejorando la coordinación y la toma de decisiones .

### **Proyectos de Infraestructura Pública**

En proyectos de infraestructura pública, como la construcción de nuevas líneas de transporte o la modernización de instalaciones existentes como por ejemplo parques, la combinación de fotogrametría y BIM ha demostrado ser especialmente útil. Los modelos generados ayudan a identificar posibles conflictos entre las diversas disciplinas (estructural, eléctrica, hidráulica, etc.) antes de que se conviertan en problemas en el sitio, lo que reduce significativamente los costos y retrasos. Por ejemplo, "En nuestro país, Consorcio IUYET, empresa mexicana en servicios de arquitectura, ingeniería y construcción, ha sido pionera en la implementación de drones para proyectos de alta envergadura como: el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, el Tren Interurbano México-Toluca y el proyecto de Saneamiento del Canal Nacional de la Ciudad de México.

En la obra del Tren Interurbano México-Toluca, se utilizaron drones para digitalizar las condiciones existentes de los sitios de trabajo e integrarlos a la metodología de construcción virtual BIM para planificar, ejecutar y gestionar de una manera más certera. Entre otras aplicaciones en las que Consorcio IUYET ha implementado drones, se encuentran proyectos de monitoreo del progreso de las obras, gestión de seguridad de la obra, levantamientos fotogramétricos para planificación inicial del proyecto y material gráfico para actividades de promoción y marketing, entre otros.” Rivera, Alicia (2023).

### **Monitorización Continua**

La fotogrametría facilita la monitorización continua del progreso de las obras. Con drones equipados con cámaras de alta resolución, es posible realizar vuelos periódicos con rutas predefinidas sobre el sitio de construcción, generando modelos 3D que se integran en la plataforma BIM. Esto permite detectar desviaciones respecto al plan original, evaluar el avance real frente al programado y realizar ajustes en tiempo real, lo que se traduce en una mayor eficiencia y control sobre el proyecto. En la Ciudad de México, esta práctica se ha aplicado en la supervisión de grandes proyectos de infraestructura, como la ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, donde la precisión y la puntualidad son críticas .

### **Avances y Futuro de la Fotogrametría en la Ciudad de México**

En los últimos años, la tecnología de fotogrametría ha avanzado significativamente, mejorando tanto en precisión como en accesibilidad. El uso de drones para capturar imágenes aéreas ha revolucionado esta técnica, haciéndola más económica y rápida. En la Ciudad de México, se espera que la adopción de fotogrametría continúe creciendo, impulsada por los beneficios tangibles que ofrece en términos de eficiencia y precisión .



## **Educación y Capacitación**

Un aspecto crucial para la expansión de la fotogrametría y su integración con BIM es la educación y capacitación de los profesionales del sector. Universidades e instituciones educativas en la Ciudad de México están incorporando cursos de fotogrametría y BIM en sus programas de ingeniería y arquitectura, preparando a la próxima generación de profesionales con las habilidades necesarias para utilizar estas tecnologías de manera efectiva. Además, diversas empresas están invirtiendo en la capacitación continua de sus empleados para mantenerse al día con las últimas innovaciones en el campo.

## **OBJETIVOS GENERALES**

Implementar la fotogrametría y la metodología BIM (Building Information Modeling) en los proyectos arquitectónicos y de infraestructura de la Alcaldía Tlalpan, con el fin de optimizar la planificación, ejecución y gestión de estos proyectos, mejorando la precisión, eficiencia y sostenibilidad.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Integrar la fotogrametría en la etapa de levantamiento y documentación de proyectos arquitectónicos y de infraestructura, con el propósito de generar modelos tridimensionales precisos del entorno construido, facilitando así la identificación y resolución de problemas antes de la construcción.

- Justificación: La utilización de la fotogrametría permite capturar detalles exactos de las estructuras y el terreno, mejorando la calidad de los datos iniciales y reduciendo errores durante la ejecución del proyecto.
2. Adoptar la metodología BIM para fomentar el trabajo colaborativo entre las diferentes disciplinas involucradas en los proyectos de construcción, asegurando que todos los actores tengan acceso a la información más actualizada y precisa, lo que resulta en una mejor coordinación y menor riesgo de conflictos durante la construcción.
- Justificación: BIM permite la integración de datos en tiempo real y mejora la comunicación entre arquitectos, ingenieros y constructores, lo que conduce a una planificación más eficiente y una ejecución más ordenada de los proyectos.

## **ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **1. Capacitaciones**

Se capacitó al personal en el uso, manejo y cuidado de equipos de vuelo (drones) los cuales están equipados con cámaras fotográficas y de video.

Se capacitó al personal en la identificación de la mejor estrategia para el uso de los drones, así como la planificación de rutas de vuelo y a los parámetros necesarios para la captura de fotos.

Se desarrolló un plan de implementación con el fin de crear un plan detallado que incluya fases del proyecto, plazos, responsables y recursos

necesarios. Esto debe incluir formación para el personal y selección de software adecuado.

## **2. Recomendaciones**

Se realizaron las siguientes recomendaciones como planes de acción a futuro:

- Proveer cursos y talleres para capacitar a los arquitectos, ingenieros, topógrafos y otros profesionales en el uso de herramientas BIM y técnicas de fotogrametría.
- Incluir módulos de formación específicos para el personal administrativo y los gestores de proyectos para asegurar una comprensión integral de las nuevas metodologías.

## **3. Recomendaciones sobre participación y transparencia ciudadana, para involucrar a la Comunidad a futuro:**

- Organizar reuniones informativas y talleres participativos con la comunidad para explicar cómo se implementarán BIM y fotogrametría en los proyectos y los beneficios que traerán.
- Utilizar plataformas digitales para compartir modelos BIM y visualizaciones 3D de los proyectos con los ciudadanos, permitiéndoles explorar y comentar sobre los diseños antes de su aprobación final.

## **4. Gestión de Datos y Coordinación**

### **Centralización de Datos**

- **Se apoyó en la implementación de** un sistema de gestión de datos centralizado donde se almacenen todos los modelos y datos generados a través de BIM y fotogrametría, accesible para todos los actores del proyecto.

### **Coordinación y Comunicación**

- Se establecieron protocolos claros para definir las mejores vías de comunicación y coordinación entre todos los equipos involucrados, asegurando reuniones regulares de revisión y actualización del progreso del proyecto.

## **5. Monitoreo y Evaluación Continua**

### **Monitoreo en Tiempo Real**

- Utilizar drones y otras tecnologías de fotogrametría para realizar monitoreos continuos del progreso de la construcción, asegurando que se sigan los diseños y planes establecidos.

### **Evaluación y Ajustes**

- Realizar evaluaciones periódicas del progreso del proyecto y ajustar los planes según sea necesario para mantener los objetivos de tiempo, costo y calidad.

## **6. Optimización de Recursos**

### **Gestión Eficiente de Presupuestos**

- Utilizar BIM para realizar simulaciones de costos y análisis de riesgos, optimizando el uso de los recursos financieros disponibles y minimizando los sobrecostos y retrasos.

### **Sostenibilidad**

- Asegurar que los proyectos diseñados y construidos con BIM cumplan con los estándares de sostenibilidad, incluyendo el uso eficiente de energía y recursos, y la minimización del impacto ambiental.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Santamaría, Jacinto (2011). Fundamentos de fotogrametría.

Soto, C., & Manríquez, S. (2023). Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2022>

Fundación de la Industria de la Construcción (2017). Encuesta BIM. [https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados\\_encuesta\\_bim#google\\_vignette](https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados_encuesta_bim#google_vignette)

Secretaría de Hacienda (2019). ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (MIC) EN MÉXICO. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan\\_estrategico\\_MIC.PDF](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF)

Rivera, Alicia (2023) "Crece el uso de drones en el sector de la construcción: ¿por qué se han vuelto una tendencia?". EXPOCIHAC <https://www.expocihachub.com/nota/tecnologia/crece-uso-de-drones-en-la-construccion>