



PLAN MUNICIPAL DE
ORTOFOTOGRAFÍA
AEREA 2024

TEPATILÁN DE MORELOS, JALISCO



INSTITUTO MUNICIPAL
DE PLANEACION





Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024
Tepalitlán de Morelos, Jalisco



IMPLAN

Geomática

Equipo:

Paúl Flores

Silvia Barajas

Héctor Ulloa

Socorro Leticia Barba

Jorge López

Plan Municipal de

Ortofotografías Aéreas

2024

Tepatitlán de Morelos, Jalisco

Enero 2024



Índice de contenido:

TABLAS.....	7
ILUSTRACIONES.....	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES.....	10
MARCO HISTÓRICO	12
MODERNIZACIÓN CATASTRAL:.....	16
SITUACIÓN EX ANTE.....	17
KIT DE FOTOGRAMETRÍA:	18
MARCO JURÍDICO	29
MARCO JURÍDICO NACIONAL.....	30
MARCO JURÍDICO ESTATAL:	30
MARCO JURÍDICO MUNICIPAL:	30
DIMENSIONAMIENTO	31
ALCANCES DEL PROYECTO.....	32
CAPTURA DE ORTOFOTOGRAFÍAS AÉREAS:	32
PROCESAMIENTO Y GEORREFERENCIACIÓN:.....	32
INTEGRACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):.....	33
DIFUSIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA:.....	33
APLICACIONES ESPECÍFICAS EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO:	33
MONITOREO AMBIENTAL:.....	33
IMPLEMENTACIÓN DE LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL PASIVA:.....	33
USO DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE EN LA CAPTURA DE ORTOFOTOGRAFÍAS:	34
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL EN EL USO DE LA RED GEODÉSICA:	34
VALIDACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA RED GEODÉSICA:.....	34
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	34
SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN.....	35
OBJETIVO GENERAL	36
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
JUSTIFICACIÓN	38
FOTOGRAMETRÍA	40
¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE LOS DRONES EN LA TOPOGRAFÍA?	40
¿PARA QUÉ SE UTILIZAN LOS DRONES EN LA TOPOGRAFÍA?	41
¿QUÉ TIPO DE RESULTADOS PUEDES ESPERAR CON LA TOPOGRAFÍA CON DRONES?.....	44



¿QUÉ TAN PRECISO ES UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONES?	45
UTILIDAD	45
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	46
VENTAJAS:	46
DESVENTAJAS:	46
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:	47
MATRIZ DE MARCO LÓGICO	48
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:	49
ESTUDIO AMBIENTAL	51
ANÁLISIS DE RIESGOS	51
COSTOS DE LA ALTERNATIVA	52
HORIZONTE DE INVERSIÓN:	53
FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	55
INDICADORES:	55
INDICADORES DE DESEMPEÑO	55
INDICADORES DE GESTIÓN	56
MARCO LÓGICO	57
ÁRBOL DE PROBLEMAS	58
PROBLEMA CENTRAL:	59
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EXISTENTE CON RELACIÓN AL PROBLEMA	59
CAUSAS QUE GENERAN EL PROBLEMA	60
EFECTOS GENERADOS POR EL PROBLEMA	60
ANÁLISIS FODA:	61
TABLERO DE CONTROL	62
CALENDARIO DE ACTIVIDADES	63
ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO	67
BENEFICIOS ADICIONALES:	68
PERFIL DE COSTOS	69
BENEFICIOS ACUMULATIVOS	70
CORTO PLAZO (1-2 AÑOS):	70
MEDIANO PLAZO (3-5 AÑOS):	70
LARGO PLAZO (6-10 AÑOS):	71
ESQUEMAS DE RETORNO-RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	71
FICHA TÉCNICA DE PROYECTO	72



METODOLOGÍA:	75
PROCEDIMIENTO:	75
DISTANCIA DE MUESTREO DEL SUELO O GROUND SAMPLE DISTANCE:	80
LEVANTAMIENTOS FOTOGAMÉTRICOS REALIZADOS EN 2023 CON EL KIT DE FOTOGAMETRÍA:	81
PROGRAMACIÓN DE MISIONES DE VUELO EN 2024:	86
ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO COSTO – EFICIENCIA	94
REQUERIMIENTOS 2024 PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL “PLAN”	95
CONCLUSIONES	95
GLOSARIO DE TÉRMINOS:	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	98
ANEXOS	99

Tablas

Tabla 1. Información de Ortofotografías existentes. Fuente: IMPLAN Tepatitlán.....	28
Tabla 2. Superficies (ha.) de fotografías aéreas existentes. Fuente: IMPLAN.....	29
Tabla 3. Tabla de indicadores de la matriz de marco lógico. Elaboración propia	49
Tabla 4. Tabla de relaciones entre las causas y los objetivos específicos. Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 5. Estudios ambientales requeridos. Elaboración propia.....	51
Tabla 6. Tabla de análisis de riesgos. Elaboración propia	52
Tabla 7. Horizonte de inversión 2023-2025.....	54
Tabla 8. Fuentes de financiamiento previstas para el Proyecto 2023-2025.....	55
Tabla 9. Indicadores de desempeño. Elaboración propia.....	56
Tabla 10. Indicadores de gestión. Elaboración propia	56
Tabla 11. Matriz de marco lógico. Elaboración propia	58
Tabla 12. Causas que generan el problema.....	60
Tabla 13. Efectos generados por el problema. Elaboración propia	61
Tabla 14. Análisis FODA. Elaboración propia	62
Tabla 15. Calendario de actividades. Elaboración propia	67
Tabla 16. Misiones de vuelo realizadas en 2023. Fuente Geomática IMPLAN.....	86
Tabla 17. Programación de misiones vuelo utilizando polígonos georreferenciados. Elaboración propia	91
Tabla 18. Numero de Misiones de Vuelo en Cabecera y Delegaciones.	92
Tabla 19. Puntos de control terrestre temporales y permanentes.....	94

Tabla 20. Requerimientos de insumos en 2024 para la implementación del Plan. IMPLAN 202495

Ilustraciones

Ilustración 1. Primera fotografía aérea de París y «Nadar» en la barquilla de su globo. Fuente: <https://www.adelantosdigital.com/web/nadar-primer-fotografo-en-las-alturas/>..... 13

Ilustración 2. Dron Matrice 300 RTK. Fuente: <https://enterprise.dji.com/es/matrice-300> 19

Ilustración 3. Batería inteligente DJI TB60.....20

Ilustración 4. base de carga DJI B560. <https://enterprise.dji.com/es/matrice-300> 21

Ilustración 5. Cámara DJI Zenmuse P1. 22

Ilustración 6. Radar CSM DJI para Matrice 300 23

Ilustración 7. Licencia 3Dsurvey. Fuente: <https://3dsurvey.si/> 24

Ilustración 8. Sistema GNSS eSurvey. <https://eSurvey.com.mx/> 25

Ilustración 9. Equipo de cómputo para fotogrametría de IMPLAN.....26

Ilustración 10. Radio externo eSurvey TRU35 de 30 watts.27

Ilustración 11. Captura de pantalla de Vistas aéreas urbanas 2019. Fuente: <https://Tepatitlán.visorurbano.com/mapa/>.....29

Ilustración 12. Árbol de problemas. Elaboración propia59

Ilustración 13. Captura de pantalla. Software de gestión de proyectos "Trello". <https://trello.com/es/use-cases/project-management>..... 63

Ilustración 14. Captura de pantalla del tablero de monday. Fuente: <https://monday.com/lang/es>63

Ilustración 15. Procedimiento para la realización de un vuelo fotogramétrico. Elaboración propia 76

Ilustración 16. Planificación del vuelo en gabinete. Ejemplo Misión de Vuelo en el Cementerio de San José de Gracia 76

Ilustración 17. Punto de control terrestre con lona tipo ajedrez. Fuente: Internet..... 78

Ilustración 18. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio de San José de Gracia del 27 de junio del 2023. Fuente: IMPLAN 2023..... 78

Ilustración 19. Ortofotografía del Cementerio de San José de Gracia. Resolución 2 cm/pixel 79

Ilustración 20. Modelo 3d Cementerio San José de Gracia. Fuente: IMPLAN..... 79

Ilustración 21. Curvas de nivel y modelo digital de elevación del Vertedero San Bartolo. Fuente IMPLAN 202380

Ilustración 22. Programación de Misiones de Vuelos Fotogramétricos 2024. Elaboración propia 92

Ilustración 23. Misiones de vuelo. Delegación Tecamatlán99

Ilustración 24. Misiones de vuelo. Ojo de Agua de Latillas 100



Ilustración 25. Misiones de vuelo. Delegación Mezcala.....	100
Ilustración 26. Misiones de vuelo. Delegación Capilla de Milpillas	101
Ilustración 27. Misiones de vuelo. Delegación San José de Gracia	101
Ilustración 28. Misiones de Vuelo. Delegación Pegueros.....	102
Ilustración 29. Misiones de Vuelo. Delegación Capilla de Guadalupe.....	102
Ilustración 30. Misiones de vuelo. Cabecera Municipal	103

Introducción

El presente documento tiene como objetivo establecer las bases para la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" en el municipio de Tepatitlán. Este proyecto de política pública busca brindar un panorama claro y actualizado del territorio municipal a través de la utilización de ortofotografías aéreas.

En esta introducción, se proporcionará una visión general de los antecedentes, el marco histórico y la situación ex ante que han llevado a la necesidad de desarrollar este plan. Además, se presentará el marco jurídico que respalda la implementación de este proyecto, así como el dimensionamiento de este.

A lo largo del documento, se analizará el contexto nacional, estatal y municipal en el que se encuentra el municipio de Tepatitlán, con el fin de establecer las bases para el desarrollo de este plan. Se definirán las dimensiones y el alcance del proyecto, así como los objetivos generales y específicos que se pretenden alcanzar.

Asimismo, se justificará la implementación de este plan, destacando su utilidad y las ventajas que brindará a la comunidad. También se mencionarán las posibles desventajas y se propondrán alternativas de solución.

A través de la matriz de marco lógico, se establecerán los indicadores de seguimiento del objetivo general y se analizarán las relaciones entre las causas y los objetivos específicos. Se realizará un estudio ambiental y un análisis de riesgos, y se determinarán los costos, el horizonte de evaluación y de inversión, así como las fuentes de financiamiento del proyecto.

Se establecerán los indicadores de desempeño y de gestión, y se presentará el marco lógico del plan. Además, se analizará el problema central a resolver, describiendo la situación existente y las causas y efectos del mismo. Se realizará un análisis FODA y se presentará un tablero de control y un cronograma de actividades.

Se llevará a cabo un análisis costo-beneficio, en el cual se evaluará el incremento del valor, la rentabilidad, el rendimiento creciente, los beneficios acumulativos y el valor total del

proyecto. También se abordará el tema del desarrollo sostenible y se establecerán los umbrales de rentabilidad.

Finalmente, se presentará una ficha técnica del proyecto, un diagnóstico de la situación y las conclusiones obtenidas. Se incluirá una bibliografía con las fuentes consultadas durante la elaboración de este plan.

El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" tiene como objetivo brindar información precisa y actualizada del territorio municipal, lo cual permitirá una toma de decisiones más eficiente y acertada por parte de las autoridades municipales. A través de este plan, se busca fomentar el desarrollo sostenible del municipio y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Antecedentes

El desarrollo del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" encuentra sus raíces en la necesidad imperante de modernizar las prácticas de gestión territorial en el municipio de Tepatitlán. La utilización de ortofotografías aéreas se presenta como una herramienta esencial para comprender y planificar el desarrollo urbano y rural de manera precisa y eficiente.

Históricamente, la gestión territorial ha dependido de métodos convencionales que, si bien han cumplido con ciertos propósitos, resultan insuficientes para abordar los desafíos contemporáneos. El avance tecnológico y la creciente complejidad de las dinámicas urbanas y rurales demandan enfoques más sofisticados y actualizados.

En este contexto, la Geomática emerge como un campo multidisciplinario que integra tecnologías de adquisición, procesamiento, análisis y representación de información geoespacial. La obtención de ortofotografías aéreas de alta resolución se presenta como una solución integral para obtener datos precisos y actualizados sobre el territorio municipal.

El IMPLAN de Tepatitlán ha identificado la falta de información geoespacial detallada y actualizada como una limitación significativa para la toma de decisiones informada. La implementación de un plan que incluya la captura de ortofotografías aéreas se alinea con la visión de convertir al municipio en un referente de gestión territorial eficiente y sostenible.

A nivel internacional y nacional, diversos municipios y entidades han adoptado iniciativas similares con resultados exitosos. La experiencia de estos casos sirve como un referente valioso para diseñar un plan adaptado a las características y necesidades específicas de Tepatitlán.

Asimismo, la comunidad y los actores locales han expresado su interés en contar con información geoespacial detallada que permita una planificación más efectiva y participativa.

El respaldo social y la demanda ciudadana constituyen elementos clave que respaldan la pertinencia y oportunidad del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024".

Ciudad de Barcelona, España:

En Barcelona, España, se implementó un ambicioso proyecto de captura de ortofotografías aéreas de alta resolución para mejorar la gestión urbana y territorial. Esta iniciativa permitió no solo obtener información detallada sobre la morfología de la ciudad, sino también facilitó la planificación del desarrollo urbano, la gestión de emergencias y la toma de decisiones relacionadas con la infraestructura urbana. García, M., López, J., & Martínez, A. (2018)

Ciudad de Vancouver, Canadá:

Vancouver ha sido pionera en el uso de tecnologías geoespaciales para la gestión municipal. La ciudad implementó un plan de ortofotografías aéreas que ha contribuido significativamente a la planificación del uso del suelo, la identificación de áreas propensas a riesgos naturales y la mejora de la eficiencia en la prestación de servicios públicos. La experiencia de Vancouver destaca la importancia de la información geoespacial para abordar los desafíos urbanos. Smith, P., Johnson, L., & Brown, A. (2020).

Ciudad de Medellín, Colombia:

En Medellín, Colombia, se llevó a cabo un proyecto integral de captura de ortofotografías aéreas como parte de un enfoque más amplio de desarrollo urbano sostenible. Este proyecto, implementado en colaboración con diversas entidades gubernamentales y organizaciones, tuvo como objetivo principal mejorar la planificación urbana, la gestión de riesgos, y la toma de decisiones basada en datos.

El proyecto se inició en el año 2015 y se extendió a lo largo de varios años, incorporando actualizaciones periódicas para mantener la información geoespacial al día.

El enfoque inicial se centró en áreas estratégicas de la ciudad de Medellín y sus alrededores, abarcando sectores urbanos y rurales para obtener una visión completa del territorio.

La implementación de ortofotografías aéreas contribuyó significativamente a la identificación de zonas de desarrollo potencial, la evaluación de riesgos naturales, y la mejora de la infraestructura urbana. La información obtenida se integró en plataformas accesibles al público, fomentando la participación ciudadana y fortaleciendo la transparencia en la gestión municipal.

Este caso destaca la importancia de considerar la participación comunitaria y la transparencia como elementos clave en la implementación de proyectos de captura de ortofotografías



aéreas, proporcionando un valioso ejemplo para diseñar iniciativas similares en el ámbito de Tepatlán, Jalisco.

Marco histórico

La historia de la fotogrametría y las ortofotos aéreas y satelitales para uso cartográfico se remonta a los albores de la fotografía y la cartografía, evolucionando de métodos analógicos a técnicas digitales avanzadas. Esta narrativa histórica destaca los hitos clave en el desarrollo de estas tecnologías fundamentales para la creación de mapas precisos y actualizados.

Fotogrametría en sus primeras etapas:

- Siglo XIX: El surgimiento de la fotografía en el siglo XIX allanó el camino para la aplicación de la fotogrametría. En 1851, el fotógrafo francés Nadar utilizó un globo para capturar la primera fotografía aérea, marcando el inicio de la exploración de la fotografía desde altitudes elevadas.¹

¹ Fuente: <https://www.adelantosdigital.com/web/nadar-primer-fotografo-en-las-alturas/>

- Principios del Siglo XX: La fotogrametría analógica se consolidó con el trabajo pionero de Albrecht Meydenbauer², quien desarrolló técnicas para medir distancias y elevaciones a partir de fotografías aéreas.

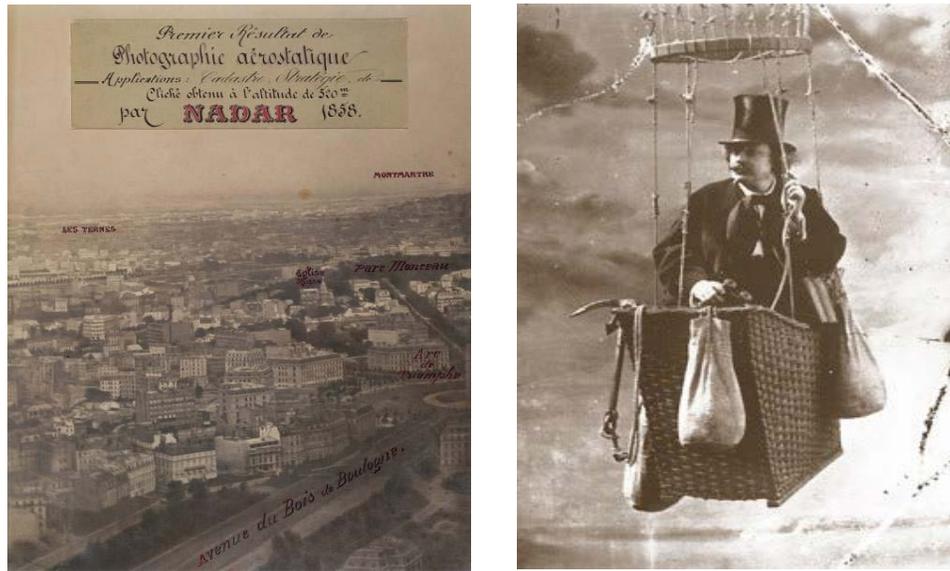


Ilustración 1. Primera fotografía aérea de París y «Nadar» en la barquilla de su globo. Fuente: <https://www.adelantosdigital.com/web/nadar-primer-fotografo-en-las-alturas/>

2. Desarrollo de Ortofotos Aéreas:

- Década de 1930: El concepto de ortofotografía³ comenzó a tomar forma con la introducción de técnicas para corregir las distorsiones causadas por la inclinación y la elevación de las imágenes aéreas. Estos avances permitieron la producción de imágenes rectificadas y georreferenciadas.

² Albrecht Meydenbauer es considerado padre de la fotogrametría arquitectónica y de la conservación del patrimonio cultural construido. Arquitecto alemán, nacido el 30 de abril de 1834 en Tholey, y fallecido el 15 de noviembre de 1921 en Bad Godesberg).

Autor del término "fotogrametría" utilizándolo por primera vez en un artículo de una revista de arquitectura, publicada en diciembre de 1867.

Fundador del Königlich Preußische Meßbildeanstalt (Real Instituto Fotogramétrico Prusiano).

³ Técnica que permite obtener una representación fotográfica de un terreno debidamente rectificadas para conseguir las mismas propiedades métricas que un mapa. Fuente: <https://dle.rae.es/ortofotograf%C3%ADa>



- Década de 1950: La cartografía digital⁴ emergió con la llegada de computadoras, facilitando la manipulación y análisis de datos geoespaciales. La generación de ortofotos aéreas se benefició de estas innovaciones, permitiendo una mayor precisión y eficiencia en la producción cartográfica.

3. Revolución Satelital en la Cartografía:

- Década de 1970: El lanzamiento de satélites dedicados a la observación de la Tierra, como los satélites Landsat⁵, marcó un hito en la generación de datos cartográficos a escala global. Estos satélites proporcionaron ortofotos de alta resolución y datos multispectrales⁶, ampliando las capacidades de la cartografía.

- Década de 2000: El acceso a plataformas satelitales comerciales y la mejora en la resolución espacial de las imágenes permitieron aplicaciones más precisas y detalladas de la ortofotografía satelital en diversos campos, desde la planificación urbana hasta la gestión ambiental.

4. Era Digital y Avances Actuales:

- Década de 1990 en Adelante: La transición a la fotogrametría digital y la ortofotografía satelital de alta resolución se aceleró con el uso generalizado de sistemas de información

⁴ Es una forma de representar mapas a través de la tecnología informática. Lo cual se consigue gracias a la utilización de los Sistemas de Información Geográfica o GIS, que codifican y administran datos geolocalizados que se encuentran en bases de datos geoespaciales.

En la cartografía digital también intervienen aplicaciones estadísticas, programas de diseño y de teledetección mediante sensores ubicados en satélites espaciales. Fuente: <https://www.geograma.com/blog/cartografia-digital-gis/>

⁵ LANDSAT (LAND=tierra y SAT=satélite) fue el primer satélite enviado por los Estados Unidos para el monitoreo de los recursos terrestres. Inicialmente se le llamó ERTS-1(Earth Resources Technology Satellite) y posteriormente los restantes recibieron el nombre de LANDSAT. La constelación LANDSAT está formada por 7 satélites que provenían, tanto conceptual como estructuralmente, de los satélites para fines meteorológicos Nimbus. Llevaron a bordo diferentes instrumentos, siempre con la filosofía de captar mayor información de la superficie terrestre, con mayor precisión y a mayor detalle, de ahí sus mejoras radiométricas, geométricas y espaciales. Las imágenes LANDSAT están compuestas por 7 u 8 bandas espectrales, que fueron elegidas especialmente para el monitoreo de la vegetación, para aplicaciones geológicas y para el estudio de los recursos naturales. Estas bandas pueden combinarse produciendo una gama de imágenes de color que incrementan notablemente sus aplicaciones.

⁶ Una imagen multispectral es la que captura datos de imágenes dentro de rangos de longitud de onda específicos a través del espectro electromagnético. Las longitudes de onda pueden estar separadas por filtros o mediante el uso de instrumentos sensibles a longitudes de onda particulares, incluida la luz de frecuencias más allá del rango de luz visible, como infrarrojo y ultravioleta. La obtención de imágenes espectrales puede permitir la extracción de información adicional que el ojo humano no captura con sus receptores rojo, verde y azul.



geográfica (SIG) y software especializado. Estos avances permitieron una mayor precisión, actualización y accesibilidad de la información cartográfica.

- Actualidad: La integración de tecnologías como los drones ha revolucionado aún más la captura de ortofotos aéreas, ofreciendo flexibilidad y resolución sin precedentes para aplicaciones cartográficas locales.

La evolución de la fotogrametría y las ortofotos aéreas y satelitales refleja la constante búsqueda de métodos más precisos y eficientes en la representación gráfica de la Tierra. Estas tecnologías siguen desempeñando un papel crucial en la creación de mapas, la planificación territorial y la gestión de recursos, transformando la forma en que comprendemos y visualizamos nuestro entorno.

El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" se inserta en un contexto histórico que ha experimentado cambios significativos en la forma en que las ciudades y municipios gestionan su territorio. Comprender la evolución de las tecnologías geoespaciales y su impacto en la planificación urbana y rural es crucial para contextualizar la necesidad y relevancia de este proyecto.

Históricamente, la gestión territorial se basaba en métodos tradicionales que, si bien cumplían con su propósito en su momento, no lograban abordar la complejidad de los desafíos contemporáneos. La aparición de tecnologías geoespaciales, como la fotogrametría y las ortofotografías aéreas, ha marcado un hito significativo en la capacidad de recopilar datos precisos y actualizados sobre el territorio.

En las últimas décadas, ciudades y municipios a nivel internacional han adoptado enfoques más avanzados para la gestión territorial. Proyectos emblemáticos, como el uso de ortofotografías aéreas en Barcelona y Vancouver, han demostrado los beneficios sustanciales de integrar tecnologías geoespaciales en la toma de decisiones urbanas.

En el ámbito nacional, la implementación de proyectos similares en diferentes estados de México, incluyendo casos específicos en Jalisco, ha sentado las bases para reconocer el potencial transformador de la información geoespacial en la gestión municipal.

El avance constante de la tecnología, con el surgimiento de sistemas de información geográfica (SIG) más accesibles y potentes, ha democratizado el acceso a datos geoespaciales. Este marco histórico refleja una transición desde enfoques estáticos hacia sistemas dinámicos y participativos, donde la información geográfica se convierte en una herramienta esencial para el diseño y la ejecución de políticas públicas.

La historia de la fotografía aérea en México está estrechamente ligada al desarrollo de esta tecnología a nivel mundial.



En 1910, el piloto mexicano Alberto Braniff tomó las primeras fotografías aéreas del país. Estas fotografías fueron utilizadas para crear mapas y planos de la Ciudad de México y sus alrededores.

En las décadas siguientes, la fotografía aérea se utilizó principalmente para la cartografía y la exploración de recursos naturales. En 1930, el gobierno mexicano creó la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), que utilizó la fotografía aérea para planificar y construir proyectos de riego y control de inundaciones.

A partir de la década de 1970, la fotografía aérea comenzó a utilizarse también para la planificación urbana y el desarrollo económico. En 1976, el gobierno mexicano creó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que se encargó de producir y distribuir imágenes aéreas de todo el país.

En los últimos años, la fotografía aérea ha experimentado un auge gracias al desarrollo de nuevas tecnologías, como los drones y las cámaras de alta resolución. Esto ha hecho que la fotografía aérea sea más accesible y asequible para los municipios y otras entidades gubernamentales.

Actualmente, el INEGI es la principal institución responsable de la producción de orto fotografías en México. El INEGI produce orto fotografías a escala 1:25,000 con una resolución de 10 centímetros por píxel. Estas orto fotografías están disponibles para su descarga gratuita en el sitio web del INEGI.

El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" se inscribe en esta evolución, aprovechando los avances tecnológicos para proporcionar al municipio de Tepatitlán una visión detallada y actualizada de su territorio. Este marco histórico respalda la necesidad de adaptarse a nuevas metodologías, garantizando una gestión territorial eficiente y sostenible en concordancia con las demandas actuales y futuras de la comunidad.

Modernización catastral:

La modernización catastral, como parte integral de la gestión territorial, se ha convertido en un componente esencial en la evolución de los métodos tradicionales hacia prácticas más eficientes y precisas. La historia de la modernización catastral está marcada por avances tecnológicos que han transformado la forma en que los municipios gestionan y actualizan la información sobre la propiedad y los límites territoriales.

En décadas pasadas, los procesos catastrales solían depender de métodos manuales y registros en papel, lo que resultaba en una gestión lenta y propensa a errores. La



incorporación de tecnologías de teledetección, como la fotogrametría y las ortofotografías aéreas, ha revolucionado la forma en que se recopilan y actualizan los datos catastrales.

La década de 1990 marcó un hito con la introducción generalizada de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la gestión catastral. Estos sistemas permitieron la integración de datos espaciales y atributivos, proporcionando una plataforma robusta para la toma de decisiones informada en la administración de la propiedad y la planificación territorial.

A nivel internacional, ciudades europeas como Barcelona implementaron sistemas modernos de información catastral que incorporaban tecnologías avanzadas de levantamiento topográfico y ortofotografías aéreas. La eficiencia y precisión resultantes permitieron una gestión catastral más ágil y una mayor equidad en la distribución de la carga fiscal.

En el contexto nacional, la modernización catastral se ha convertido en una prioridad para muchos estados mexicanos. La implementación de sistemas de información catastral digital, respaldada por ortofotografías aéreas de alta resolución, ha permitido la actualización continua de la base de datos catastral, facilitando la gestión y la equidad en la recaudación de impuestos prediales.

En este marco histórico, el "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" surge como una continuación natural de estos esfuerzos de modernización catastral. Aprovechando las tecnologías más recientes, este proyecto busca no solo actualizar la información catastral, sino también mejorar la eficiencia en la gestión y promover la equidad en la distribución de responsabilidades fiscales. La modernización catastral, respaldada por ortofotografías aéreas, se posiciona como un pilar fundamental para una gestión territorial transparente, precisa y adaptada a las necesidades cambiantes del municipio de Tepatitlán.

Situación ex ante

La situación ex ante, previa a la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024", destaca la realidad actual de la gestión territorial en Tepatitlán. Aunque el catastro municipal muestra eficacia y eficiencia en la vinculación de cuentas catastrales, persisten desafíos y oportunidades de mejora en áreas específicas.

Descripción de la Situación Actual:

Catastro Municipal:

- Se encuentra modernizado, siendo eficaz y eficiente en la vinculación de cuentas catastrales.



- Aunque en buenas condiciones, áreas específicas pueden beneficiarse de una actualización más frecuente y detallada.

Desafíos Identificados:

- Planeación Urbana y Rural: La falta de información geoespacial detallada dificulta la planificación estratégica del desarrollo urbano y rural.

- Obras Públicas y Proyectos: La ausencia de datos actualizados puede afectar la eficiencia en la ejecución de obras públicas y proyectos municipales.

- Desarrollo Rural: La información actualizada es esencial para el desarrollo sostenible de las zonas rurales, incluyendo la gestión de recursos naturales y caminos rurales.

- Patrimonio Cultural Edificado: Datos precisos y visuales son fundamentales para promover el turismo mediante el levantamiento fotogramétrico y modelado 3d de inmuebles de valor histórico patrimonial.

Kit de fotogrametría:

SISTEMA UAV DJI MATRICE 300 RTK (1 dron)

El DJI Matrice 300 RTK es un dron profesional de la marca DJI que está diseñado para aplicaciones industriales y comerciales. "RTK" significa "Real-Time Kinematic" y se refiere a un sistema de posicionamiento preciso que utiliza la información de los satélites GPS y estaciones base terrestres para mejorar la precisión de la posición del dron.

Este dron tiene una capacidad de carga útil de hasta 2,7 kg, lo que lo hace adecuado para llevar cámaras de alta resolución y otros equipos especializados. También tiene una autonomía de vuelo de hasta 55 minutos y puede volar a una altitud de hasta 7 km sobre el nivel del mar.



El DJI Matrice 300 RTK se utiliza para diversas aplicaciones, como la cartografía, la inspección de infraestructuras, la agricultura de precisión, la seguridad pública y la vigilancia. También se puede utilizar en situaciones de emergencia, como la búsqueda y rescate, gracias a su capacidad de vuelo autónomo y su capacidad para transmitir vídeo en tiempo real a los controladores en tierra. En resumen, el DJI Matrice 300 RTK es una herramienta muy versátil que se puede utilizar en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales que requieren alta precisión, rendimiento y fiabilidad.



Ilustración 2. Dron Matrice 300 RTK. Fuente: <https://enterprise.dji.com/es/matrice-300>

BATERIA INTELIGENTE DJI TB60 PARA MATRICE 300

Se cuenta con 6 baterías (3 pares)

La batería inteligente DJI TB60 es una batería de alta capacidad diseñada específicamente para el dron DJI Matrice 300 RTK. Es una batería de 6 celdas de iones de litio con una capacidad nominal de 5935 mAh y un voltaje de 52,8 V.

La batería inteligente DJI TB60 es importante porque proporciona la energía necesaria para que el dron vuele, así como para alimentar los sistemas electrónicos y la carga útil que se instale en el dron. Es capaz de proporcionar una autonomía de vuelo de hasta 55 minutos en condiciones óptimas.

Además, la batería inteligente DJI TB60 tiene un diseño inteligente que permite al dron controlar su estado de carga y temperatura, lo que ayuda a prolongar la vida útil de la batería y a garantizar su seguridad. También se puede cargar rápidamente en aproximadamente 90 minutos con el cargador de batería DJI UP42.



Ilustración 3. Batería inteligente DJI TB60

BASE DE CARGA DJI B560 PARA BATERÍAS TB60 (1 Base)

La base de carga DJI B560 es un dispositivo diseñado para cargar y almacenar baterías inteligentes DJI TB60 utilizadas en el dron DJI Matrice 300 RTK. La base de carga tiene capacidad para cargar hasta 8 baterías TB60 al mismo tiempo y es compatible con el cargador de baterías DJI UP42.

La base de carga DJI B560 es importante porque permite cargar varias baterías TB60 simultáneamente, lo que es conveniente y ahorra tiempo cuando se necesitan varias baterías para un trabajo o misión en particular. Además, la base de carga también proporciona una solución de almacenamiento segura y ordenada para las baterías TB60, lo que ayuda a prolongar su vida útil.

La base de carga DJI B560 también tiene una serie de características de seguridad que ayudan a proteger tanto las baterías como la propia base de carga. Tiene una carcasa resistente a los golpes y al agua, y cuenta con un sistema de control de temperatura para evitar el sobrecalentamiento de las baterías durante la carga.

En resumen, la base de carga DJI B560 es un accesorio esencial para los usuarios del dron DJI Matrice 300 RTK, ya que proporciona una forma conveniente y segura de cargar y almacenar varias baterías inteligentes DJI TB60 al mismo tiempo.



Ilustración 4. base de carga DJI B560.
<https://enterprise.dji.com/es/matrice-300>

CAMARA DJI ZENMUSE P1 CMOS 45 MP (1 Cámara)

La cámara DJI Zenmuse P1 es una cámara de alta resolución diseñada para ser utilizada con el dron DJI Matrice 300 RTK. La cámara está equipada con un sensor CMOS de 45 megapíxeles y un objetivo con distancia focal ajustable, lo que permite capturar imágenes de alta calidad con un nivel de detalle y nitidez excepcionales.

La cámara DJI Zenmuse P1 es importante porque permite a los usuarios del dron DJI Matrice 300 RTK capturar imágenes aéreas de alta resolución y precisión para una variedad de aplicaciones, como la cartografía, la inspección de infraestructuras, la agricultura de precisión y la construcción. La cámara también es compatible con la tecnología RTK, lo que significa que puede utilizar información de posicionamiento de alta precisión para mejorar aún más la calidad y la precisión de las imágenes capturadas.

Además, la cámara DJI Zenmuse P1 cuenta con una serie de características avanzadas que la hacen muy útil para aplicaciones industriales y comerciales. Por ejemplo, es capaz de capturar imágenes de hasta 24 mm de ancho, lo que permite una cobertura amplia y detallada en una sola toma. También tiene un modo de vuelo automático que permite al dron tomar imágenes de manera programada para cubrir grandes áreas de manera eficiente y precisa.



Ilustración 5. Cámara DJI Zenmuse P1.

RADAR CSM DJI PARA MATRICE 300 (1 Radar)

El radar CSM DJI para Matrice 300 es un accesorio opcional diseñado para ser utilizado con el dron DJI Matrice 300 RTK. Es un sensor de detección de obstáculos de alta precisión que utiliza tecnología de radar para detectar objetos y obstáculos en el camino del dron.

El radar CSM DJI para Matrice 300 es importante porque ayuda a aumentar la seguridad y la eficiencia del vuelo del dron en situaciones donde hay obstáculos presentes, como edificios, árboles, postes, líneas eléctricas y otros objetos que podrían interferir con el vuelo del dron. El sensor también puede detectar obstáculos en condiciones de baja iluminación y clima adverso, lo que lo hace muy útil para aplicaciones industriales y comerciales.

Además, el radar CSM DJI para Matrice 300 cuenta con una serie de características avanzadas que lo hacen muy útil para aplicaciones industriales y comerciales. Por ejemplo, tiene un alcance máximo de detección de hasta 40 metros y es capaz de detectar objetos con un diámetro de tan solo 5 cm. También tiene un sistema de alerta en tiempo real que avisa al piloto del dron de la presencia de obstáculos cercanos.



Ilustración 6. Radar CSM DJI para Matrice 300

LICENCIA 3DSURVEY PERPETUA PARA 1 EQUIPO (1 Licencia)

La licencia 3DSurvey perpetua para 1 equipo es un software de cartografía y topografía que permite a los usuarios crear modelos 3D precisos y detallados de terrenos y superficies. Esta licencia permite que el software se instale y use en un solo equipo de manera perpetua, es decir, sin necesidad de renovar la licencia cada cierto tiempo.

La licencia 3DSurvey es importante porque permite a los usuarios procesar datos topográficos y de imagen para crear modelos precisos y detallados de terrenos y superficies. El software utiliza imágenes aéreas y de satélite, así como datos LiDAR, para crear modelos 3D altamente precisos de la superficie terrestre. Esto puede ser utilizado en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo la planificación de proyectos de construcción, la gestión de recursos naturales, la creación de mapas topográficos y la planificación urbana.

Además, la licencia 3DSurvey tiene una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, lo que facilita la creación de modelos 3D y la visualización de datos. También cuenta con una serie de herramientas avanzadas de edición y análisis que permiten a los usuarios crear modelos precisos y detallados de terrenos y superficies de manera eficiente y precisa.

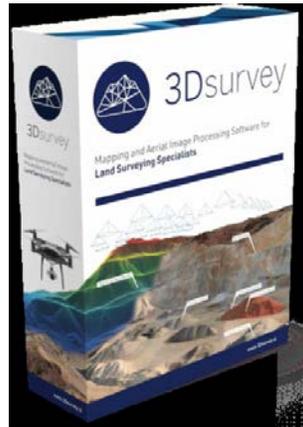


Ilustración 7. Licencia 3Dsurvey. Fuente: <https://3dsurvey.si/>

Sistema GNSS eSurvey E800H + E300 Pro c/UT12 y SurPad (1 equipo)

El sistema GNSS eSurvey E800H + E300 Pro c/UT12 y SurPad es un conjunto de herramientas de medición y posicionamiento de alta precisión que se utiliza en la industria de la topografía y la cartografía. Este sistema consta de un receptor GNSS (E800H), un controlador de campo (E300 Pro) con un software de medición (UT12) y un software de procesamiento de datos (SurPad).

El receptor GNSS (E800H) es un dispositivo de posicionamiento de alta precisión que utiliza señales de satélite para determinar la ubicación exacta de un punto en la superficie terrestre. Este receptor es capaz de captar señales de varios sistemas de navegación por satélite, incluyendo GPS, GLONASS, BeiDou y Galileo, lo que aumenta la precisión de la medición.

El controlador de campo (E300 Pro) es una unidad portátil que se utiliza para controlar y visualizar los datos capturados por el receptor GNSS. El software de medición (UT12) que se ejecuta en el controlador de campo proporciona una interfaz fácil de usar para realizar mediciones y capturar datos.

El software de procesamiento de datos (SurPad) se utiliza para procesar y analizar los datos capturados por el receptor GNSS y el controlador de campo. Este software permite a los usuarios generar mapas y modelos precisos y detallados de la superficie terrestre.

En relación al DJI Matrice 300 RTK, el sistema GNSS eSurvey E800H + E300 Pro c/UT12 y SurPad se puede utilizar para mejorar la precisión y la eficiencia de las tareas de cartografía y topografía realizadas con el dron. Los datos capturados por el receptor GNSS y el controlador de campo se pueden integrar con los datos capturados por el dron para crear mapas y modelos 3D precisos y detallados de la superficie terrestre. Además, la precisión

mejorada del sistema GNSS puede ayudar a mejorar la precisión de los datos capturados por el DJI Matrice 300 RTK y, por lo tanto, mejorar la calidad de las tareas de mapeo y topografía.



Ilustración 8. Sistema GNSS eSurvey. <https://eSurvey.com.mx/>

COMPUTADORA ALMACENAMIENTO SSD 2TB, NVIDIA GEFORCE RTX 3090 Ti, MEMORIA RAM 32GB DDR5 PROCESADOR AMD RYZEN 9 7900X, SISTEMA OPERATIVO WINDOWS 11 (1 Equipo de computo)

La computadora descrita cuenta con especificaciones técnicas de alta gama que la hacen ideal para el procesamiento de datos e imágenes obtenidos con un dron DJI Matrice 300 RTK.

La ortorectificación es un proceso en el que se corrigen las distorsiones en las imágenes capturadas por el dron para que puedan ser utilizadas con fines de cartografía y topografía. Para realizar este proceso, se requiere una gran cantidad de recursos de procesamiento y memoria. La computadora descrita tiene un procesador AMD Ryzen 9 7900X y 32GB de memoria RAM DDR5, lo que la hace muy adecuada para manejar grandes cantidades de datos y para realizar tareas de procesamiento complejas como la ortorectificación.

Además, la tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 3090 Ti es una de las más poderosas disponibles en el mercado, y es ideal para el procesamiento de imágenes y para la creación de modelos 3D detallados. Esta tarjeta gráfica también es compatible con tecnologías como CUDA y Tensor, lo que acelera los procesos de procesamiento y análisis de datos.

El almacenamiento SSD de 2TB proporciona una gran cantidad de espacio de almacenamiento para los datos y las imágenes capturados por el dron, lo que permite trabajar con grandes conjuntos de datos sin tener que preocuparse por quedarse sin espacio de almacenamiento.

El sistema operativo Windows 11 es una opción adecuada para este tipo de trabajo, ya que es compatible con una amplia variedad de aplicaciones y software utilizados en la industria de la cartografía y topografía.



Ilustración 9. Equipo de cómputo para fotogrametría de IMPLAN.

MONITOR LCD 86.6CM (34.1") WQHD LED – 21:9

El monitor LCD de 86.6 cm (34.1 pulgadas) WQHD LED – 21:9 se utiliza en el proceso de visualización de datos e imágenes procesadas.

El monitor tiene una resolución de pantalla de 3440 x 1440 píxeles, lo que significa que es capaz de mostrar una gran cantidad de información en la pantalla de manera clara y detallada. La relación de aspecto 21:9 también es ideal para trabajar con aplicaciones de software que requieren una pantalla ancha, como el software de orto rectificación o el de generación de modelos 3D.

En el contexto del procesamiento de datos e imágenes obtenidas con un dron DJI Matrice 300 RTK, el monitor se utiliza para visualizar los resultados de la orto rectificación, la generación de modelos 3D y la generación de productos cartográficos y topográficos. También se utiliza para la edición de imágenes y la revisión de datos recolectados.



Radio externo eSurvey TRU35 de 30Watts

El radio externo eSurvey TRU35 de 30 watts es un dispositivo de comunicación de larga distancia que se utiliza en aplicaciones de topografía y cartografía, como en la operación de drones y la recopilación de datos de campo.

Este tipo de radio se utiliza para transmitir datos y voz de forma inalámbrica a largas distancias en áreas donde las comunicaciones por teléfono móvil y por internet no son confiables o no están disponibles. El radio eSurvey TRU35 tiene una potencia de transmisión de hasta 30 watts, lo que significa que puede enviar señales a través de largas distancias con buena calidad de señal y sin interrupciones.

En el contexto de la obtención de ortofotografías, el radio eSurvey TRU35 se utiliza para establecer una comunicación de larga distancia entre el controlador del dron y el GNSS. Esto es especialmente importante en áreas remotas donde la señal de los teléfonos móviles y la conexión a internet son débiles o no existen. El radio también se utiliza para enviar datos de telemetría.



Ilustración 10. Radio externo eSurvey TRU35 de 30 watts.

2. Oportunidades de Mejora:

- Actualización Catastral Continua: Aunque el catastro está en buen estado, la incorporación de ortofotografías aéreas permitirá una actualización más frecuente y detallada, mejorando la precisión.
- Planeación Estratégica: La disponibilidad de datos geoespaciales detallados facilitará la planificación estratégica del desarrollo urbano y rural.
- Gestión Efectiva de Obras: La información actualizada será esencial para la gestión efectiva de obras públicas y proyectos municipales.

- Desarrollo Rural Sostenible: La implementación de ortofotografías aéreas contribuirá al desarrollo sostenible de las zonas rurales, facilitando la gestión de recursos naturales y la planificación agrícola.
- Promoción Turística: Datos visuales precisos respaldarán la promoción del turismo mediante la identificación de atractivos y la planificación de rutas turísticas.

3. Fotografías Aéreas Disponibles:

- Fotografía Satelital del año 2008: Incluye todo el polígono municipal, proporcionando una visión general del territorio en 2008. (Tepatitlán, 2023)
- Fotografías Aéreas del año 2008: Enfocadas en zonas urbanas específicas con mayor resolución, abarcando la Cabecera de Tepatitlán, Capilla de Guadalupe, Pegueros, Mezcala, Mazatitlán, San Jose de Gracia, Ojo de Agua de Latillas, Tecomatlán. (Tepatitlán, 2023)
- Fotografías Aéreas del año 2015: Enfocadas en zonas urbanas específicas con mayor resolución, abarcando la Cabecera de Tepatitlán, Capilla de Guadalupe, Pegueros, San Jose de Gracia, Ojo de Agua de Latillas, Tecomatlán. (Tepatitlán, 2023)
- Fotografías Aéreas del año 2019: Enfocadas en zonas urbanas específicas con mayor resolución, abarcando la Cabecera de Tepatitlán, Capilla de Guadalupe, Pegueros, San Jose de Gracia, Ojo de Agua de Latillas, Capilla de Milpillas. (Tepatitlán, 2023)

	Año	Escala	Cabecera	Cap Gpe	SI Gracia	Pegueros	Mezcala	Tecomatlán	Milpillas	OALatillas	Mazatitlán
Vuelo fotografía aérea	2008	Municipal	TODO EL MUNICIPIO								
	2008	Localidad	X	X	X	X	X	X		X	X
	2015	Localidad	X	X	X	X	X		X		
	2019	Localidad	X	X	X	X			X		

Tabla 1. Información de Ortofotografías existentes. Fuente: IMPLAN Tepatitlán

Estas fotografías aéreas no solo servirán como referencia histórica, sino que también respaldarán la implementación del proyecto al proporcionar datos visuales precisos para diversas áreas municipales, fortaleciendo la eficiencia y la toma de decisiones informada en Tepatitlán.

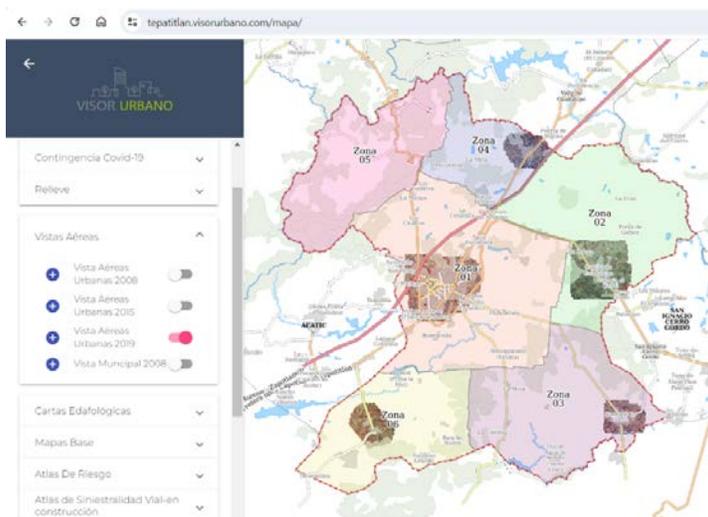


Ilustración 11. Captura de pantalla de Vistas aéreas urbanas 2019. Fuente: <https://Tepatitlán.visorurbano.com/mapa/>

Vuelo fotografía aérea	Año	Escala	Cabecera	Cap Gipe	SIgracia	Pegueros	Mezcala	Tecomatlán	Milpillas	OALatillas	Mazatitlán
	2008	Municipal					TODO EL MUNICIPIO				
2008	Localidad	-	1,324	-	245	272	250	-	230	210	
2015	Localidad	8,295	1,584	705	700	306	275	579	423	-	
2019	Localidad	7,200	6,400	2,000	3,000	-	-	3,600	-	-	

Tabla 2. Superficies (ha.) de fotografías aéreas existentes. Fuente: IMPLAN

Marco Jurídico

El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" se inserta en una serie de disposiciones legales que rigen a nivel nacional, estatal y municipal, estableciendo las directrices y



regulaciones fundamentales para la gestión territorial y la implementación de tecnologías geoespaciales. A continuación, se presenta un resumen del marco jurídico relevante para el proyecto en México, el Estado de Jalisco y el Municipio de Tepatitlán de Morelos.

Marco Jurídico Nacional

La **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** establece los cimientos para la organización política del país, reconociendo la competencia de los estados y municipios en asuntos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. El artículo 27 de la Constitución, en particular, aborda las disposiciones sobre propiedad y tenencia de la tierra.

La **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano** regula el desarrollo a nivel nacional, definiendo los principios y criterios para la elaboración de planes y programas de ordenamiento territorial. Asimismo, el artículo 4 de esta ley establece las normas para la producción y actualización de información geoespacial.

La **Ley de Información Geográfica, Estadística y Catastral** norma la producción y actualización de información geoespacial, promoviendo su interoperabilidad en todo México. Esta ley proporciona el marco legal para la gestión de información geográfica y catastral en el país.

Marco Jurídico Estatal:

La **Constitución Política del Estado de Jalisco** establece principios y normas fundamentales para la organización estatal, reconociendo la autonomía municipal y su competencia en asuntos de desarrollo urbano y territorial. El artículo 117 de esta Constitución otorga a los municipios la facultad de expedir sus propias leyes y reglamentos.

El **Código Urbano del Estado de Jalisco** regula estos aspectos a nivel estatal, definiendo normas para la elaboración y ejecución de planes y programas de desarrollo urbano. El artículo 98 de esta ley establece las bases para la planificación y desarrollo urbano en el estado.

La **Ley de Catastro Municipal del Estado de Jalisco** complementa la normativa nacional, regulando específicamente la producción y actualización de información catastral en el estado. Esta ley proporciona el marco legal para la gestión de información catastral municipal a nivel estatal.

Marco Jurídico Municipal:

En el ámbito municipal, el **Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Municipio de Tepatlán de Morelos Jalisco** establece normas para el difusión de la información pública, pudiendo contener disposiciones relacionadas con la información de desarrollo urbano y territorial.

El **Reglamento de Zonificación del Municipio** regula aspectos específicos a nivel local, definiendo lineamientos para el uso del suelo y la ejecución de obras públicas. El reglamento establece las normas para la clasificación de usos de suelo.

El **Reglamento de la Ley de Catastro Para el Municipio**, delimita los procedimientos y responsabilidades para la producción y actualización de información catastral y geográfica en el municipio. Este reglamento proporciona el marco legal para la gestión de la información geográfica y catastral a nivel municipal.

Dimensionamiento

El proyecto estará liderado por el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), un equipo conformado por cinco personas, cada una aportando conocimientos y habilidades clave para la ejecución exitosa del plan. El equipo incluye:

1. Arquitecto - Urbanista: Encargado de integrar la planificación urbana con el uso de las ortofotografías aéreas, asegurando una visión integral del desarrollo territorial.
2. Arquitecto: Piloto responsable de la coordinación de proyectos y ejecución de acciones específicas relacionadas con la infraestructura urbana.
3. Geógrafo: Experto en información geográfica, desempeñará un papel esencial en el procesamiento y análisis de los datos generados por las ortofotografías.
4. Especialista en Evaluación del Desempeño: Encargado de monitorear y evaluar la implementación del plan, asegurando que se cumplan los objetivos establecidos.
5. Especialista en Indicadores: Responsable de diseñar y aplicar indicadores de desempeño para medir el impacto y eficacia del proyecto.

Recursos Humanos Adicionales:

Además del equipo del IMPLAN, se requerirá personal adicional para diversas tareas, como la captura de imágenes, control de calidad en campo y actividades logísticas. El equipo de campo estará compuesto por profesionales capacitados en la utilización de tecnología de captura aérea y técnicos especializados en informática y gobernanza de datos.

Recursos Tecnológicos Adicionales:



La tecnología necesaria para la captura de imágenes aéreas y su procesamiento con la que se cuenta actualmente garantiza la precisión y calidad de los datos. Esto incluye un dron DJI Matrice 300 RTK con cámara de alta resolución Zenmuse P1, estación de trabajo para procesamiento de imágenes y sistemas de información geográfica avanzados, así como un GNSS eSurvey E800 Pro y E300.

Capacitación Continua:

La capacitación continua del personal, especialmente en el manejo de tecnologías emergentes y nuevas metodologías, será una prioridad. Esto asegurará que el equipo del IMPLAN esté actualizado y sea capaz de aprovechar al máximo las ortofotografías aéreas para la planificación y desarrollo municipal.

La combinación de habilidades y la asignación de recursos adecuados, tanto humanos como tecnológicos, fortalecerá la capacidad del IMPLAN para liderar con éxito la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024", asegurando la generación de información geoespacial precisa y relevante para el desarrollo de Tepetitlán de Morelos.

Alcances del proyecto

El "Plan" tiene como objetivo principal proporcionar una herramienta geoespacial integral que fortalezca la toma de decisiones, la planificación y el desarrollo sostenible en Tepetitlán de Morelos. Los alcances del proyecto se desglosan en las siguientes dimensiones:

Captura de Ortofotografías Aéreas:

Cobertura Integral: Realizar vuelos o capturas de imágenes aéreas que abarquen la totalidad del territorio municipal, incluyendo áreas urbanas, suburbanas y rurales.

Resolución y Precisión: Garantizar la obtención de ortofotografías con una alta resolución espacial para facilitar la identificación de detalles y una precisión geoespacial que permita su aplicación en proyectos específicos.

Fotografías Históricas: Incluir fotografías aéreas históricas, permitiendo la comparación y análisis de cambios en el uso del suelo y la evolución del entorno urbano y rural a lo largo del tiempo.

Procesamiento y Georreferenciación:

Técnicas de Fotogrametría Avanzada: Se aplicarán técnicas modernas de fotogrametría para procesar las imágenes capturadas, asegurando la generación de ortofotografías de alta calidad y precisión.

Georreferenciación Exacta: Con la implementación de la Red Geodésica la correcta georreferenciación de las ortofotografías, permitiendo su integración efectiva en sistemas de información geográfica (SIG) existentes.

Integración en Sistemas de Información Geográfica (SIG):

Interoperabilidad: Asegurar que las ortofotografías sean compatibles con los SIG utilizados por las diversas dependencias municipales, facilitando su integración en las herramientas de planificación y gestión existentes.

Capacitación para Usuarios: Se proporcionará capacitación a los usuarios de los SIG municipales para garantizar el uso efectivo de las ortofotografías y su aplicación en actividades cotidianas.

Difusión y Participación Ciudadana:

Portal de Acceso Público Visor Urbano: Utilización del portal de acceso público "Visor Urbano" donde los ciudadanos podrán visualizar y explorar las ortofotografías, fomentando la transparencia y la participación ciudadana.

Sesiones Informativas: Se realizarán sesiones informativas para informar a la comunidad sobre el proyecto, su utilidad y cómo pueden aprovechar la información disponible.

Aplicaciones Específicas en Planeación y Desarrollo:

Soporte a la Planificación Urbana: Facilitar la planificación y toma de decisiones en proyectos de desarrollo urbano, ordenamiento territorial y gestión de infraestructuras.

Apoyo en Proyectos Específicos: Brindar información detallada para proyectos específicos, como obras públicas, evaluación de impacto ambiental, gestión de riesgos y desarrollo rural.

Monitoreo Ambiental:

Evaluación de Cambios Ambientales: Permitir la evaluación de cambios en el entorno natural, contribuyendo a la identificación de posibles riesgos ambientales y la conservación de áreas sensibles.

Gestión de Recursos Naturales: Apoyar la gestión sostenible de recursos naturales, como la identificación de áreas propicias para la reforestación o la preservación de hábitats naturales.

Implementación de la Red Geodésica Municipal Pasiva:

Diseño de la Red: Planificación y establecimiento estratégico de la Red Geodésica Pasiva que cubra de manera efectiva el área municipal, garantizando una distribución equitativa de los puntos de control.



Selección de Puntos de Control: Identificar y marcar puntos de control terrestre, considerando su distribución geográfica y su utilidad para mejorar la precisión de las ortofotografías.

Coordinación con Entidades Externas: Colaborar con entidades externas, como instituciones académicas o gubernamentales, para la validación y certificación de la Red Geodésica.

Uso de Puntos de Control Terrestre en la Captura de Ortofotografías:

Integración en la Captura Aérea: Incorporar los GCP⁷ en el proceso de captura aérea, utilizando técnicas avanzadas de GPS y georreferenciación para asegurar una alineación precisa de las ortofotografías.

Verificación Continua: Realizar verificaciones periódicas de los GCP para mantener y mejorar la precisión a lo largo del tiempo, asegurando una referencia geoespacial constante.

Capacitación del Personal en el Uso de la Red Geodésica:

Formación del Equipo: Capacitar al personal del IMPLAN y a otros usuarios clave en la identificación y aplicación de los GCP, asegurando un uso efectivo de la Red Geodésica.

Manejo de Equipamiento Geodésico: Brindar formación sobre el manejo de equipos de posicionamiento global (GPS) y otros dispositivos geodésicos necesarios para el trabajo de campo.

Validación y Certificación de la Red Geodésica:

Proceso de Validación: Someter la Red Geodésica a un proceso de validación y certificación por parte de entidades especializadas para garantizar su conformidad con los estándares geodésicos.

Documentación y Normativas: Elaborar documentación detallada sobre la implementación de la Red Geodésica, cumpliendo con las normativas y estándares geodésicos establecidos por el IIEG⁸.

Pregunta de investigación

¿Cómo la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" y la creación de una Red Geodésica Municipal Pasiva, utilizando un enfoque metodológico que incluya

⁷ Ground Control Points. Puntos de Control Terrestre

⁸ Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco



captura aérea, procesamiento avanzado de imágenes, y participación ciudadana, impactará de manera cuantitativa y cualitativa en la toma de decisiones, la eficiencia en la planificación urbana y el desarrollo sostenible en Tepatitlán de Morelos, evaluando la mejora en la precisión geoespacial y considerando las percepciones y aportes de la comunidad local?

Supuesto de investigación

En el transcurso de la elaboración, investigación, implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" y la implementación de la Red Geodésica Municipal Pasiva, se establecen supuestos que funcionan como fundamentos teóricos y operativos para la investigación. La confirmación o refutación de estos supuestos durante el proceso investigativo contribuirá a una comprensión más completa del impacto del plan en Tepatitlán de Morelos. Los supuestos a considerar son los siguientes:

Se parte del supuesto de que la implementación de la Red Geodésica Municipal Pasiva y las ortofotografías aéreas resultará en una mejora significativa de la precisión de la información geoespacial en comparación con las fuentes existentes.

Además, se asume que el acceso a información geoespacial más precisa y actualizada facilitará la toma de decisiones eficiente por parte de las autoridades municipales y otros actores involucrados en el desarrollo local.

Otro supuesto considera que la disponibilidad de ortofotografías aéreas y la implementación de un portal de acceso público contribuirán a un mayor involucramiento de la comunidad, permitiéndoles comprender mejor los proyectos y contribuir con sus percepciones y conocimientos.

Se parte del supuesto de que la aplicación de información geoespacial en la planificación urbana y el desarrollo de proyectos contribuirá a un enfoque más sostenible, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos.

Asimismo, se supone que la información detallada proporcionada por las ortofotografías aéreas mejorará la planificación y ejecución de proyectos específicos en áreas como infraestructura, desarrollo rural y gestión de recursos naturales.

Adicionalmente, se asume que la capacitación efectiva del personal municipal y la comunidad en el uso de la información geoespacial fomentará la aceptación y utilización adecuada de las ortofotografías aéreas en actividades diarias y proyectos específicos.

Finalmente, se parte del supuesto de que la validación y certificación de la Red Geodésica Municipal Pasiva por entidades especializadas respaldarán su confiabilidad y precisión, cumpliendo con estándares geodésicos reconocidos.



Objetivo General

El objetivo general del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" en Tepatitlán de Morelos es:

"Fortalecer la base de información geoespacial del municipio mediante la captura, procesamiento y utilización de ortofotografías aéreas, respaldado por la implementación de una Red Geodésica Municipal Pasiva. Este proyecto tiene como propósito mejorar la precisión y actualización de los datos geográficos, facilitar la toma de decisiones eficientes, promover el desarrollo sostenible y fomentar la participación ciudadana en la planificación y gestión territorial."

Objetivos Específicos

1. Captura de Datos Geoespaciales:

- Realizar vuelos para capturas aéreas que abarquen las siguientes zonas urbanas de la cabecera municipal y las delegaciones, siendo las siguientes:

Cabecera municipal, Capilla de Guadalupe, Pegueros, San José de Gracia, Capilla de Milpillas, Tecomatlán y Ojo de Agua de Latillas.

- Obtener ortofotografías aéreas con alta resolución espacial para identificar detalles específicos en áreas urbanas, y suburbanas.

2. Implementación de la Red Geodésica Municipal Pasiva:

- Diseñar y establecer una Red Geodésica Municipal Pasiva, conformado por placas geodésicas monumentales que garanticen la distribución estratégica de Puntos de Control Terrestre (GCP⁹) posprocesados y ligados a la Red Geodésica Nacional Activa del INEGI.

- Integrar los GCP en el proceso de captura aérea para mejorar la precisión geoespacial de las ortofotografías.

3. Procesamiento y Georreferenciación de Datos:

⁹ Ground Control Points por sus siglas en ingles.



- Aplicar técnicas avanzadas de fotogrametría en el procesamiento de las ortofotografías, asegurando su calidad y precisión.
- Georreferenciar de manera exacta las ortofotografías para su integración efectiva en sistemas de información geográfica (SIG) y Visor Urbano.

4. Integración en Sistemas de Información Geográfica (SIG):

- Vincular las ortofotografías obtenidas con los SIG municipales existentes, para su publicación y difusión en la Plataforma Visor Urbano, asegurando la interoperabilidad.
- Capacitar a los usuarios de los SIG en el manejo y aplicación efectiva de las ortofotografías en sus funciones cotidianas.

5. Difusión y Participación Ciudadana:

- Publicar los insumos obtenidos en el portal oficial de acceso público, que es la página web del gobierno Municipal de Tepatitlán: <https://www.Tepatitlán.gob.mx/> para que la comunidad pueda visualizar y explorar las ortofotografías aéreas.
- Realizar sesiones informativas para informar sobre el proyecto, fomentando la transparencia y la participación ciudadana.

6. Aplicaciones Específicas en Planeación y Desarrollo:

- Facilitar la planificación urbana mediante el uso de ortofotografías para proyectos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial.
- Brindar información detallada para proyectos específicos, como obras públicas, evaluación de impacto ambiental y desarrollo rural.

7. Monitoreo Ambiental y Gestión de Recursos:

- Evaluar cambios ambientales mediante el análisis de ortofotografías, contribuyendo a la identificación de posibles riesgos.
- Apoyar la gestión sostenible de recursos naturales, como la identificación de áreas propicias para la conservación y desarrollo.

8. Validación y Certificación de la Red Geodésica:



- Coordinar con entidades externas para la validación y certificación de la Red Geodésica, como lo es el IIEG¹⁰ asegurando su conformidad con estándares geodésicos reconocidos.

Justificación

La ejecución del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" en Tepatitlán de Morelos encuentra su fundamento en la necesidad de mejorar la base de información geoespacial de las zonas urbanas del municipio. Esta iniciativa responde a diversas razones sustentadas en criterios técnicos, estratégicos y de beneficio comunitario, cuya implementación se erige como un paso clave para el progreso municipal.

En primer lugar, la captura de ortofotografías aéreas y la implantación de una Red Geodésica Municipal Pasiva se traducirán en una mejora sustancial de la precisión y actualización de los datos geoespaciales. En el contexto de la toma de decisiones y la planificación urbana, este aspecto reviste importancia crítica, asegurando una base de información confiable y actualizada sobre la cual fundamentar estrategias y políticas públicas.

La eficiencia en la toma de decisiones es otro componente esencial de esta justificación. La disponibilidad de información geoespacial detallada y precisa proporcionará a las autoridades municipales y demás actores involucrados las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas y eficientes. Esto abarca la planificación y gestión de infraestructuras, el desarrollo urbano y la optimización de recursos.

En consonancia con las metas de desarrollo sostenible, la implementación de este plan contribuirá a un enfoque más sostenible en la gestión municipal. La planificación y ejecución de proyectos considerando aspectos ambientales, sociales y económicos se verán favorecidas, proporcionando una base para iniciativas que promuevan la conservación y el desarrollo sostenible del entorno local.

El respaldo a la participación ciudadana y la transparencia en la gestión municipal son pilares fundamentales de esta propuesta. La creación de un portal de acceso público para la visualización de ortofotografías aéreas no solo fomentará la participación activa de la comunidad, sino que también fortalecerá la transparencia en la toma de decisiones y la ejecución de proyectos municipales.

¹⁰ Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco

El plan ofrecerá un apoyo valioso en proyectos específicos, desde obras públicas hasta la evaluación de impacto ambiental y desarrollo rural. La información detallada proporcionada por las ortofotografías aéreas se convertirá en un recurso esencial para la toma de decisiones precisas y fundamentadas en diversos ámbitos de la gestión municipal.

En términos más amplios, la modernización y la eficiencia en la gestión territorial se ven reflejadas en la adopción de tecnologías avanzadas, posicionando a Tepatlán de Morelos en concordancia con las mejores prácticas y estándares contemporáneos. Esto no solo optimiza la gestión interna sino que también proyecta una imagen de compromiso con el progreso y la innovación gubernamental.

La importancia de contar con ortofotografías actualizadas se destaca de manera significativa en el contexto de la actualización del Programa y Planes de Desarrollo Urbano de Tepatlán de Morelos. La precisión y actualización de los datos geospaciales proporcionados por las ortofotografías aéreas juegan un papel crucial en la elaboración de estrategias y políticas urbanas. La identificación precisa de cambios en el uso del suelo, la evaluación de la infraestructura existente y la planificación de nuevas áreas de desarrollo son aspectos fundamentales para la formulación de un Plan de Desarrollo Urbano efectivo.

El acceso a ortofotografías actualizadas facilita la identificación de áreas que requieren intervención prioritaria, permitiendo a las autoridades municipales tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la ejecución de proyectos específicos. La visualización detallada de la morfología urbana y la infraestructura existente posibilita una planificación más eficiente, considerando factores como la densidad poblacional, la movilidad, y la accesibilidad, entre otros.

Asimismo, las ortofotografías actualizadas proporcionan una base visual precisa para evaluar el impacto de posibles proyectos urbanos y la implementación de políticas de adaptación y mitigación. La información detallada sobre la distribución de espacios verdes, áreas industriales, y zonas residenciales se convierte en un recurso invaluable para diseñar estrategias que fomenten la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de los residentes.

En el marco de la actualización del Programa y Planes de Desarrollo Urbano, las ortofotografías aéreas se posicionan como una herramienta esencial para proyectar y modelar el crecimiento urbano de manera planificada.

Finalmente, la validación y certificación de la Red Geodésica por entidades especializadas aseguran la calidad y precisión de los datos geodésicos, proporcionando una base confiable y validada para proyectos presentes y futuros.

La justificación para la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" en Tepatlán de Morelos se cimienta en una necesidad de actualizar permanentemente la

información geoespacial, ofreciendo beneficios tangibles en términos de toma de decisiones, información catastral, desarrollo urbano y participación ciudadana, todo ello respaldado por una rigurosa metodología que garantiza la calidad del proceso.

Fotogrametría

Un levantamiento topográfico con drones se refiere al uso de un dron, o vehículo aéreo no tripulado (VANT¹¹), para capturar datos aéreos con sensores orientados hacia abajo, como cámaras RGB¹² o multispectrales y sensores LIDAR¹³. Durante un levantamiento topográfico con drones con una cámara RGB, el suelo se fotografía varias veces desde diferentes ángulos y cada imagen se referencia con coordenadas.

A partir de estos datos, un software de fotogrametría puede crear orto mosaicos georreferenciados, modelos de elevación o modelos 3D del área del proyecto. Estos mapas también se pueden utilizar para extraer información como distancias de alta precisión o mediciones volumétricas.

A diferencia de los aviones tripulados o las imágenes satelitales, los drones pueden volar a una altitud mucho menor, lo que hace que la generación de datos de alta resolución y precisión sea mucho más rápida, menos costosa e independiente de las condiciones atmosféricas como la cobertura de nubes.

¿Cuáles son los beneficios de los drones en la topografía?

Reducir el tiempo de campo y los costos del levantamiento topográfico

¹¹ Vehículo aéreo no tripulado

¹² RGB es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios. El modelo de color RGB no define por sí mismo lo que significa exactamente rojo, verde o azul, por lo que los mismos valores RGB pueden mostrar colores notablemente diferentes en distintos dispositivos que usen este modelo de color. Aunque utilicen un mismo modelo de color, sus espacios de color pueden variar considerablemente.

¹³ Un líder o lidar es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

La captura de datos topográficos con un dron es hasta cinco veces más rápida que con los métodos terrestres y requiere menos mano de obra. Con el georreferenciado PPK, también se ahorra tiempo, ya que ya no es necesario colocar numerosos PAF¹⁴ (Puntos de Apoyo Fotogramétrico). En última instancia, entrega los resultados de tu levantamiento topográfico más rápido y a un menor costo.

Proporciona datos precisos y exhaustivos.

Las estaciones totales solo miden puntos individuales. Un vuelo de dron produce miles de mediciones, que se pueden representar en diferentes formatos (ortomosaico, nube de puntos, MDT, MDS, curvas de nivel, etc.). Cada píxel del mapa producido o punto del modelo 3D contiene datos geográficos 3D.

Mapea áreas que de otro modo serían inaccesibles

Un dron de cartografía aérea puede despegar y volar casi a cualquier lugar. Uno ya no está limitado por áreas inalcanzables, pendientes empinadas inseguras o un terreno accidentado inadecuado para las herramientas de medición tradicionales. No es necesario cerrar carreteras ni vías de tren. De hecho, se pueden capturar datos durante la operación sin una sobrecarga organizativa.

¿Para qué se utilizan los drones en la topografía?

Cartografía

Los drones topográficos generan orto mosaicos de alta resolución y modelos 3D detallados de áreas donde hay datos disponibles de baja calidad, desactualizados o incluso sin datos. De este modo, permiten producir mapas catastrales de alta precisión de forma rápida y sencilla, incluso en entornos complejos o de difícil acceso. Los topógrafos también pueden extraer características de las imágenes, como señalética, banquetas, pavimentos, postes, bancas, botes, etc.

Después del posprocesamiento con un software de fotogrametría, estas mismas imágenes pueden producir modelos de elevación, curvas de nivel y modelos muy detallados, así como reconstrucciones y/o modelos en 3D de terrenos o edificios.

Gestión y desarrollo de proyectos

¹⁴ También llamado Punto de Control Terrestre o Ground Control Point por sus siglas en inglés GCP.



Las imágenes aéreas tomadas por drones aceleran y simplifican en gran medida los levantamientos topográficos para la gestión, planificación y desarrollo de proyectos. Esto es válido para la exploración del sitio, la planificación y el diseño, así como para la construcción de infraestructura y edificaciones como parques, plazas, unidades deportivas, etc.

Estas imágenes también proporcionan la base para modelos detallados de topografía del sitio para estudios de ingeniería previos a la construcción. Los datos generados también se pueden transferir a cualquier software CAD¹⁵ o BIM¹⁶ para que los ingenieros puedan comenzar a trabajar inmediatamente a partir de un modelo 3D.

Como la recopilación de datos por drones se puede repetir fácilmente a bajo costo, las imágenes se pueden tomar a intervalos regulares y superponerse en los planos originales para evaluar si el trabajo de construcción se está moviendo de acuerdo con las especificaciones del plan.

Medidas precisas

Las ortofotos de alta resolución permiten a los topógrafos realizar mediciones de distancia y superficie de alta precisión.

Medidas volumétricas de existencias

Con el software de mapeo 3D, también es posible obtener medidas volumétricas a partir de las mismas imágenes. Este método rápido y económico de medición de volumen es particularmente útil para calcular las existencias en minas y canteras con fines de inventario o seguimiento.

Con un dron, los topógrafos pueden capturar muchos más puntos de datos topográficos, por lo tanto, mediciones de volumen más precisas. También pueden hacer esto de una manera mucho más segura que si tuvieran que capturar manualmente los datos subiendo y bajando una pila de almacenamiento. Dado que los drones capturan los datos desde arriba, las

¹⁵ El diseño asistido por ordenador (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos como una alternativa a los borradores manuales y a los prototipos de producto.

¹⁶ BIM (del inglés, Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa y en tiempo real para la gestión de proyectos constructivos. A través de herramientas de software para modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, BIM logra centralizar toda la información de un proyecto en un único modelo, permitiendo estudiar todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta su posterior demolición.



operaciones en el sitio no se interrumpirán. El corto tiempo de adquisición permite capturar una instantánea del sitio en un momento específico.

Monitoreo de pendientes

Con el análisis SIG automatizado, es posible extraer mediciones de pendientes de Modelo Digital de Terreno¹⁷ en 3D generados por imágenes de drones. Conociendo la pendiente de la superficie del suelo, las áreas pueden clasificarse y usarse para fines de monitoreo de pendientes, incluida la mitigación y prevención de deslizamientos de tierra.

Con orto mosaicos tomados en diferentes momentos, es posible detectar cambios en el movimiento de la tierra y medir su velocidad. Estos datos pueden ayudar a predecir deslizamientos de tierra y prevenir daños potenciales a calles, carreteras y puentes.

En comparación con las técnicas de monitoreo tradicionales, donde los sensores se colocan en puntos únicos, los drones permiten una recopilación de datos más completa. Los drones con capacidad PPK¹⁸ (Postproceso), que no requieren la instalación de múltiples Puntos de Apoyo Terrestre con GPS, son óptimos para esta aplicación, ya que estas áreas a menudo son difíciles de alcanzar o incluso peligrosas.

Planeación, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial

El desarrollo de áreas urbanas cada vez más densas y complejas requiere una planificación intensiva y, por lo tanto, una recopilación de datos costosa y que requiere mucho tiempo. Gracias a los drones, los planificadores urbanos pueden recopilar grandes cantidades de

¹⁷ Un modelo digital de terreno (MDT) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua.

El tipo de Modelo Digital del Terreno (MDT) más conocido es el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), un caso particular de aquel, en el que la variable representada es la cota del terreno en relación con un sistema de referencia concreto.¹ No obstante no hay un uso normalizado en la literatura científica de los términos Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Modelo Digital del Terreno (MDT) y Modelo Digital de Superficie (MDS). En la mayoría de los casos, el término Modelo Digital de Superficie se refiere a la superficie de la tierra e incluye todos los objetos que esta contiene. En cambio un MDT representa la superficie de suelo desnudo y sin ningún objeto, como la vegetación o los edificios. Fuente: Wikipedia

¹⁸ PPK (Kinematic postprocesado) su función se basa en geo etiquetar con precisión la imagen capturada, consta con una base en terreno en modo estático realizando la correlación de información mientras el drone obtiene información GNSS a medida que realiza sus operaciones en el aire, luego de un correcto postproceso los resultados obtenidos son evidentes generando una confianza plena en sus entregables.



datos actualizados en un corto período de tiempo y con mucho menos personal. Las imágenes producidas de esta manera permiten a los planificadores examinar las condiciones sociales y ambientales existentes de los sitios y considerar el impacto de diferentes escenarios.

Gracias a los modelos 3D, los edificios también se pueden superponer fácilmente a su entorno, dando a los planificadores y ciudadanos una perspectiva experimental de un proyecto de desarrollo complejo. Los modelos 3D también permiten el análisis y visualización de sombras proyectadas y perspectivas / vistas, de gran utilidad en la actualización de los instrumentos de planeación del desarrollo urbano, ordenamiento ecológico, gestión integral de los peligros y riesgos y cambio climático.

¿Qué tipo de resultados puedes esperar con la topografía con drones?

1. Mapa de orto mosaicos

Las imágenes de drones se corrigen para detectar la distorsión de la imagen y se unen durante el posprocesamiento para crear un mapa ortomosaico de alta precisión. Cada píxel contiene información geográfica 2D (X, Y) y puede obtener directamente mediciones precisas, como distancias horizontales y superficies.

Formatos de archivo: geoTIFF (.tiff), .jpg, .png, mosaicos de Google (.kml, .html)

2. Nube de puntos 3D

Se puede generar una nube de puntos densificada a partir de imágenes de drones. Cada punto contiene información geoespacial (X, Y, Z) y de color. Proporciona un modelo muy preciso para mediciones de distancia (inclinada y horizontal), área y volumen. Formatos de archivo: .las, .laz, .ply, .xyz

3. Modelo digital del terreno (MDT)

Después de filtrar objetos como edificios, las imágenes de drones se pueden usar para crear MDT con cada píxel que contiene información 2,5D (valor X, Y y Z de la mayor altitud).

Formatos de archivo: GeoTiff (.tif)

4. Curvas de nivel

Dependiendo de los requisitos del proyecto, se puede usar el modelo MDT o MDS, con intervalos de contorno personalizados, para crear un mapa de líneas de contorno, lo que te brinda una mejor comprensión de la superficie del área tomada por el dron.

Formatos de archivo: .shp, .dxf, .pdf

5. Malla texturizada 3D

La malla texturizada 3D es una reproducción de los bordes, caras, vértices y textura del área filmada por el dron. Este modelo es más útil para la inspección visual o cuando los accionistas externos o la participación pública es esencial para un proyecto.

Formatos de archivo: .ply, .fbx, .dxf, .obj, .pdf

¿Qué tan preciso es un levantamiento topográfico con drones?

El rendimiento y el tipo de dron, la calidad de sus componentes, la resolución de la cámara, la altura a la que vuela el dron, la vegetación y el método, así como la tecnología utilizados para geolocalizar las imágenes aéreas pueden influir en gran medida en la precisión del mapeo de levantamientos topográficos con drones.

En este punto, es posible alcanzar una precisión absoluta hasta 1 cm / px de GSD¹⁹ y de 0,7 cm / px en condiciones óptimas con el kit de fotogrametría con el que se cuenta.

Utilidad

La actualización de ortofotografías dentro del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" conlleva un conjunto de beneficios cruciales para la gestión municipal en Tepatitlán de Morelos. En primer lugar, la mejora en la cartografía catastral se vislumbra como un avance significativo, al proporcionar datos geospaciales precisos y actualizados que fortalecerán la delimitación de propiedades y límites territoriales.

Los beneficios se extienden a proyectos de obras públicas, donde la disponibilidad de información detallada sobre la infraestructura existente y las condiciones topográficas permitirá una planificación más eficiente y fundamentada. Además, la actualización de las ortofotografías se convierte en una herramienta esencial para la gestión y preservación del patrimonio cultural edificado, al ofrecer una visión detallada de estructuras históricas y arquitectónicas.

¹⁹ Ground sample distance - La distancia de muestreo del suelo (GSD) describe la distancia entre el punto central de dos píxeles consecutivos.

En el ámbito del análisis, diagnóstico e investigación, estas ortofotografías actualizadas se erigen como un recurso valioso. Desde la distribución del uso del suelo hasta la evaluación de riesgos ambientales, proporcionarán una base sólida para investigaciones que respalden la toma de decisiones informadas y estratégicas.

En suma, la actualización de ortofotografías se erige como un elemento central para la gestión integral de la ciudad, potenciando la eficiencia en diversos sectores y contribuyendo al desarrollo planificado y sostenible de Tepatitlán de Morelos.

Ventajas y Desventajas

Ventajas:

La actualización de ortofotografías aéreas en el marco del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" presenta una serie de ventajas significativas para Tepatitlán de Morelos. En primer lugar, la obtención de datos actualizados y de alta resolución permite una cartografía catastral precisa, facilitando la gestión de límites territoriales y propiedades. Esta información actualizada es esencial para la toma de decisiones informadas en proyectos de obras públicas, ofreciendo una visión detallada de la infraestructura existente y las condiciones del terreno.

El patrimonio cultural edificado se beneficia con la identificación y documentación precisa de estructuras históricas, respaldando la conservación y preservación de elementos arquitectónicos. Además, estas ortofotografías se convierten en una herramienta valiosa para análisis, diagnóstico e investigación, proporcionando una base sólida para proyectos de gestión urbana y evaluación de riesgos ambientales.

Desventajas:

La actualización de ortofotografías aéreas también plantea desafíos y consideraciones que deben abordarse cuidadosamente. Uno de los desafíos clave es el almacenamiento de datos, ya que las imágenes de alta resolución generan conjuntos de datos considerablemente grandes. Este incremento en la cantidad de datos requiere una infraestructura de almacenamiento robusta y eficiente para garantizar la accesibilidad y la integridad a largo plazo.

La gestión del servidor constituye otra desventaja a tener en cuenta. El procesamiento, almacenamiento y distribución de ortofotografías aéreas demanda recursos informáticos

significativos. Mantener un servidor adecuado, capaz de manejar la carga de trabajo y garantizar la disponibilidad constante, implica consideraciones logísticas importantes.

Asimismo, el montaje de ortofotografías en la plataforma del visor urbano puede presentar desafíos técnicos. La integración efectiva de estas imágenes en un visor requiere una cuidadosa coordinación para garantizar la precisión geoespacial y la funcionalidad del sistema. La capacitación del personal encargado de gestionar la plataforma es esencial para asegurar un despliegue y mantenimiento exitoso.

En conclusión, junto con los beneficios evidentes, abordar adecuadamente desafíos como el almacenamiento de datos, la gestión del servidor y el montaje en plataformas específicas es esencial para garantizar el éxito y la sostenibilidad a largo plazo del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024".

Alternativas de Solución:

Frente a los desafíos identificados en la ejecución del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024", se proponen diversas alternativas estratégicas para garantizar una implementación exitosa.

En primer lugar, para abordar el desafío del almacenamiento de datos, se sugiere la implementación de sistemas en la nube. Esta solución ofrecerá escalabilidad y flexibilidad, permitiendo gestionar eficientemente grandes conjuntos de datos generados por las ortofotografías sin comprometer la accesibilidad y la integridad de la información.

En relación con la gestión del servidor, se propone realizar una evaluación y mejora de la infraestructura existente. La exploración de opciones como servidores dedicados, configuraciones de alta capacidad y sistemas de respaldo contribuirá a garantizar la disponibilidad continua y eficiente del sistema.

La capacitación continua del personal encargado de la plataforma del visor urbano se presenta como una alternativa clave. Mantener al equipo informado sobre las últimas tecnologías y mejores prácticas asegurará un manejo efectivo y una gestión eficiente de las ortofotografías, optimizando su integración en la plataforma.

Para mitigar el desafío del tamaño de los archivos de ortofotografías, se propone la implementación de tecnologías de compresión avanzadas. Esto permitirá reducir el espacio de almacenamiento necesario sin comprometer significativamente la calidad de las imágenes.

La definición y aplicación de protocolos rigurosos de privacidad y seguridad constituyen otra alternativa esencial. Establecer medidas de encriptación, acceso restringido y auditorías periódicas garantizará la integridad y confidencialidad de los datos, abordando así las preocupaciones relacionadas con la divulgación de información sensible.

Además, se sugiere explorar colaboraciones con proveedores externos especializados en servicios de almacenamiento, procesamiento y visualización de datos geoespaciales. Esta alternativa podría ofrecer soluciones expertas sin comprometer significativamente los recursos internos.

Realizar un estudio exhaustivo de alternativas tecnológicas emergentes, como el uso de plataformas de código abierto, puede proporcionar soluciones más eficientes y rentables para la implementación del plan.

Matriz de Marco Lógico

Problema Central:

La falta de ortofotografías actualizadas en las zonas urbanas de Tepatitlán de Morelos dificulta la planificación urbana, la actualización catastral, la toma de decisiones y la gestión eficiente de recursos municipales.

Objetivo general - Propósito:

El propósito del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" en Tepatitlán de Morelos es actualizar y modernizar las ortofotografías de las zonas urbanas clave, incluyendo la Cabecera Municipal, Capilla de Guadalupe, Pegueros, Capilla de Milpillas, Mezcala, San José de Gracia y Tecamatlán. El objetivo general se centra en proporcionar una herramienta cartográfica precisa y actualizada que sirva como base fundamental para la planificación urbana, la toma de decisiones municipales y la gestión eficiente de recursos.

Indicador objetivo	Unidad de medida	Indicador	Temporalidad	Meta
Implementación de la Red Geodésica Municipal Pasiva	Número de puntos de control establecidos (placas geodésicas)	Ascendente	Anual (2024)	



Actualización de ortofotografías en la Cabecera Municipal	Porcentaje de cobertura en la Cabecera Municipal	Ascendente	Anual (2024)	100%
Actualización de ortofotografías en localidades específicas	Delegación	Ascendente	Anual (2024)	6 (seis delegaciones cubiertas)
Vinculación y Publicación de ortofotografías en Visor Urbano	Ortofotografía	Ascendente	Anual (2024)	7 ortofotografías montadas

Tabla 3. Tabla de indicadores de la matriz de marco lógico. Elaboración propia

Relaciones entre las causas y los objetivos específicos

Tipo de causa	Causa relacionada	Objetivo - componente
Directa	Obsolescencia de las ortofotografías existentes	Actualizar ortofotografías de la Cabecera Municipal y localidades específicas
Indirecta	Limitaciones en la planificación urbana y toma de decisiones	Mejorar la precisión y actualidad de la cartografía catastral
Indirecta	Falta de herramientas actualizadas para la gestión municipal	Fortalecer la gestión y preservación del patrimonio cultural edificado
Indirecta	Ausencia de datos geoespaciales para análisis y diagnóstico	Facilitar la toma de decisiones en proyectos de obras públicas
Indirecta	Desactualización de información en la base catastral	Actualizar la base catastral municipal para mejorar la gestión del territorio

Tabla 4. Tabla de relaciones entre las causas y los objetivos específicos. Fuente: Elaboración propia

Alternativas de solución:

Alternativa 1: Adquisición de Ortofotografías con un Proveedor Consultor Externo

Descripción:

La primera alternativa contempla la adquisición de ortofotografías a través de la contratación de un proveedor consultor externo especializado en servicios de captura aérea. Este enfoque implica la colaboración con una empresa con experiencia en la realización de proyectos similares, que disponga de tecnología avanzada y conocimientos especializados. La



externalización de este servicio busca asegurar la obtención de imágenes de alta calidad y precisión.

Dificultad:

Sin embargo, esta alternativa presenta ciertas dificultades, siendo la principal de ellas el costo asociado. Los precios propuestos por proveedores consultores externos pueden resultar elevados y podrían superar el presupuesto disponible para el proyecto. Esto plantea un desafío financiero significativo que podría limitar la viabilidad económica de esta opción.

Conclusión:

A pesar de las dificultades financieras, la adquisición de ortofotografías a través de un proveedor externo podría ofrecer una solución rápida y eficiente para la actualización del inventario geoespacial. No obstante, será necesario evaluar detenidamente la relación costo-beneficio y explorar posibles opciones de financiamiento antes de tomar una decisión definitiva.

Alternativa 2: Esperar a la Adquisición de Ortofotografías por el Catastro del Gobierno del Estado de Jalisco

Descripción:

La segunda alternativa contempla la posibilidad de esperar a que el Catastro del Gobierno del Estado de Jalisco realice vuelos aéreos y adquiera ortofotografías de las zonas urbanas del municipio de Tepatitlán. Esta opción implica aprovechar los recursos y la infraestructura ya existente en el ámbito estatal para obtener la información geoespacial necesaria.

Dificultad:

No obstante, esta alternativa presenta una serie de dificultades. En primer lugar, se destaca la incertidumbre temporal asociada con los tiempos de elecciones y el cambio de gobierno. Dada la llegada de un nuevo gobierno en 2025, no hay certeza sobre cuándo se destinarán nuevamente recursos para la adquisición de ortofotografías aéreas. Además, la posibilidad de que las fotografías obtenidas por el Catastro del Estado sean de menor resolución en comparación con las obtenidas con drones podría afectar la calidad de los datos geoespaciales.

Conclusión:

Aunque la espera a la adquisición por parte del Catastro estatal podría ofrecer una solución en términos de recursos compartidos, la incertidumbre temporal y la posible limitación en la

resolución de las ortofotografías plantean desafíos significativos. La toma de decisiones en esta alternativa deberá considerar cuidadosamente los riesgos asociados y evaluar si la espera es una opción viable para los objetivos del Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024.

Estudio ambiental

Estudios requeridos:

Estudio	Se requiere
Se requiere Licencia Ambiental	NO
¿Se requiere Diagnóstico Ambiental?	NO
¿Se requiere Plan de Manejo Ambiental?	NO
¿Se requieren Otros Permisos Ambientales?	NO

Tabla 5. Estudios ambientales requeridos. Elaboración propia

Análisis de riesgos

El análisis de riesgos es una herramienta clave en la gestión de proyectos, enfocada en anticipar y mitigar posibles obstáculos. Este proceso implica identificar eventos que podrían impactar negativamente el éxito del proyecto, evaluando su probabilidad e impacto.

En el caso del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" para Tepatitlán de Morelos, se han identificado diversos riesgos, desde retrasos en la obtención de financiamiento hasta condiciones climáticas adversas. Cada riesgo lleva consigo posibles efectos que podrían afectar la ejecución del proyecto.

Las medidas de mitigación son estrategias proactivas diseñadas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo o minimizar su impacto. Estas medidas son fundamentales para fortalecer la resiliencia del proyecto ante posibles contratiempos.

Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Medidas de mitigación
Retraso en la Obtención de Financiamiento de placas geodésicas, equipo de computo y almacenamiento de datos	Moderada	Alto	Posible demora en la ejecución del proyecto	Explorar respuestas rápidas y ajustes estratégicos ante señales tempranas de retraso en el financiamiento.



Fallos Tecnológicos o Problemas de Equipamiento	Moderada	Moderado	Interrupciones en la captura de imágenes	Mantenimiento preventivo y de emergencia de equipos
Condiciones Climáticas Adversas	Moderada	Moderado	Interrupciones en vuelos o capturas	Programación flexible y contingencia para condiciones climáticas adversas
Falta de Vehículo para la Realización de Vuelos	Moderada	Moderado	Retrasos por la dependencia total del vehículo de la Jefatura de Proyectos de Obras Públicas	Establecimiento de un plan de contingencia con vehículo alternativo si es posible
Falta de Capacidad de Almacenamiento de Datos de Ortofotos	Moderada	Alto	Pérdida de datos críticos y limitaciones en el almacenamiento de ortofotografías	Evaluación y ampliación de la capacidad de almacenamiento de datos
Falta de Capacidad de Almacenamiento en el Servidor Municipal	Moderada	Alto	Dificultades en la vinculación de ortofotografías en el visor urbano	Evaluación y mejora de la capacidad de almacenamiento del servidor
Falta de Placas Geodésicas para la Red Geodésica Municipal Pasiva	Baja	Moderado	Retrasos y Limitaciones en la implementación de la red geodésica municipal pasiva	Planificación y adquisición anticipada de placas geodésicas u otros elementos similares

Tabla 6. Tabla de análisis de riesgos. Elaboración propia

Costos de la alternativa

El apartado de costos de la alternativa se centra en realizar un análisis económico detallado de los recursos financieros requeridos para la implementación del proyecto. Esta sección no solo comprende los costos directos asociados con la obtención de ortofotografías aéreas, sino también los gastos indirectos y los posibles costos adicionales que podrían surgir durante la ejecución.



El análisis de costos abarca diversos aspectos, incluyendo la adquisición de equipo, la adquisición de licenciamiento de software, la capacitación del personal, la logística operativa y la posible reserva para contingencias. Cada elemento se evalúa en términos de su impacto económico y su contribución al logro de los objetivos del proyecto.

Objetivo: Actualización de Ortofotografías de las Zonas Urbanas de Tepatitlán

Producto: Ortofotografías Georreferenciadas de Cabecera y Delegaciones

Unidad de medida: Ortofotografía

Cantidad: 8

Actividad: Colocación de Placas Geodésicas y Puntos de Control Terrestre, Vuelos Fotogramétricos, Ortorrectificación y Procesamiento, Obtención de Modelo Digital de Elevación, Ortofotografías, Restitución Cartográfica, Vinculación y Publicación en Visor Urbano.

Etapas: Inversión

Ruta crítica: SI

Insumo: Materiales

Vigencia: 2024

Valor:

Horizonte de inversión:

El horizonte de inversión se refiere al periodo temporal estratégico durante el cual se llevarán a cabo las inversiones financieras necesarias para la ejecución del proyecto. Este enfoque implica una planificación cuidadosa que abarca desde la obtención de fondos hasta la conclusión del proyecto. Establecer un horizonte de inversión proporciona una visión temporal que facilita la asignación eficiente de recursos financieros, permitiendo una gestión adecuada de los costos y una evaluación continua de la viabilidad económica del proyecto. La definición clara de este horizonte temporal no solo orienta la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto, sino que también establece la base para la medición y optimización del rendimiento financiero en el contexto del "Plan".



Año	Valor total
2023	1'000,000
2024	500,000
2025	500,000

Tabla 7. Horizonte de inversión 2023-2025.

Tasa de interés de oportunidad²⁰: 12%

Justificación de la Tasa de Oportunidad:

En la evaluación económica y social esta corresponde a la Tasa Social de Descuento²¹ (TSD) que está definida en 12% para todos los proyectos de inversión pública.

²⁰ La tasa de interés de oportunidad se refiere a la rentabilidad o beneficio que podría obtenerse al invertir dinero en una alternativa particular en lugar de otra. En otras palabras, representa la tasa de rendimiento que se sacrifica al optar por una opción en lugar de la mejor alternativa disponible.

En el contexto de la toma de decisiones financieras y de inversión, la tasa de interés de oportunidad es crucial para evaluar las oportunidades de inversión y comparar los rendimientos potenciales. Si se elige una opción de inversión que ofrece un rendimiento inferior a la tasa de interés de oportunidad, se está renunciando a la oportunidad de obtener mayores beneficios.

La tasa de interés de oportunidad puede variar según las circunstancias y las opciones disponibles. Puede basarse en tasas de interés de mercado, como las ofrecidas por bonos gubernamentales o inversiones seguras, o en otras oportunidades de inversión que podrían generar rendimientos superiores.

En el ámbito de la toma de decisiones económicas y evaluación de proyectos, la tasa de interés de oportunidad es un componente esencial para calcular el valor presente neto y determinar la rentabilidad de una inversión en comparación con las alternativas disponibles. En resumen, representa el costo de oportunidad de elegir una opción en lugar de otra en términos de rendimiento financiero.

²¹ La tasa social de descuento es un concepto utilizado en la evaluación económica de proyectos y políticas públicas. Representa la tasa de descuento aplicada a los flujos de beneficios y costos a lo largo del tiempo para calcular su valor presente neto. En otras palabras, la tasa social de descuento refleja la preferencia temporal de la sociedad por recibir beneficios hoy en lugar de en el futuro.

Esta tasa incorpora factores como la oportunidad de inversión alternativa, la aversión al riesgo y las preferencias intergeneracionales. La idea fundamental es que, en términos económicos, un beneficio futuro tiene menos valor presente que un beneficio inmediato. La tasa social de descuento busca cuantificar ese "descuento" temporal.

En el contexto de la evaluación de proyectos, una tasa social de descuento más baja indica una mayor disposición a asignar valor a los beneficios futuros, reflejando una mayor importancia dada a las generaciones futuras o a la

Fuentes de financiamiento del proyecto

Fuentes de financiamiento previstas para el Proyecto (2023-2025)					
Año	Estatat:	Federal:	Municipal:	Otros:	Total
2023	\$	\$ -	\$ 1'000,000.00	\$ -	\$ 1'000,000.00
2024	\$	\$	\$ 500,000.00		\$ 500,000.00
2025	\$	\$	\$ 500,000.00		\$ 500,000.00

Tabla 8. Fuentes de financiamiento previstas para el Proyecto 2023-2025

Indicadores:

Objetivo:

Actualizar y modernizar las ortofotografías de las zonas urbanas clave, incluyendo la Cabecera Municipal, Capilla de Guadalupe, Pegueros, Capilla de Milpillas, Mezcala, San José de Gracia y Tecamatlán.

Indicadores de desempeño

Código de indicador	Indicador	Unidad	Meta	Avance 2023
PMOA2023.D001	Adquisición de Dron Fotogrametrico DJI Matrice 300 RTK	Pieza	1	Concluido

estabilidad a largo plazo. Por el contrario, una tasa más alta refleja una preferencia más fuerte por los beneficios inmediatos.



PMOA2023.D002	Adquisición de Equipo de Computo para el procesamiento de ortofotografías	Pieza	1	Concluido
PMOA2023.D003	Adquisición de licencia perpetua para software de procesamiento eSurvey	Licencia	1	Concluido
PMOA2023.D004	Adquisición de Sistema GNSS eSurvey E800 H y E300 Pro	Equipo	1	Concluido
PMOA2024.D001	Obtención de Ortofotografías Aéreas	Ortofotografía	7	0
PMOA2024.D002	Colocación de Puntos de Control Terrestre (Placas Geodésicas)	Punto colocado	248	0
PMOA2024.D003	Capacidad de Almacenamiento de Datos	Capacidad	100%	0
PMOA2024.D004	Rentabilidad Económica del Proyecto	Porcentaje de retorno financiero en relación con la inversión	100%	0
PMOA2024.D005	Eficiencia Operativa del Visor Urbano	Número de ortofotografías vinculadas en visor urbano	7	0
PMOA2024.D006				

Tabla 9. Indicadores de desempeño. Elaboración propia

Indicadores de gestión

Código de indicador	Indicador	Unidad
PMOA2024.G001	Proyectos de fotogrametría apoyados en la etapa de preinversión e inversión	Número

Tabla 10. Indicadores de gestión. Elaboración propia



Marco lógico

Lógica de intervención	Resumen narrativo	Indicador	Meta	Verificación	Supuesto
Fin	Mejorar la gestión territorial y la toma de decisiones mediante la actualización y disponibilidad de ortofotografías precisas y actualizadas.	Porcentaje de territorio cubierto con vuelo de dron	100%	INFORME TÉCNICO	HACER EL DEBIDO SEGUIMIENTO AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS BUSCANDO PROCESOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EVITANDO RETRASOS Y/O SOBRECOSTOS
OBJETIVO GENERAL - PROPOSITO	Obtener ortofotografías aéreas actualizadas para fortalecer la información geoespacial y contribuir al desarrollo urbano y territorial.	Porcentaje de Zonas cubiertas (Con captura de ortofotos)	100%	INFORME TÉCNICO	HACER EL DEBIDO SEGUIMIENTO AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS BUSCANDO PROCESOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EVITANDO RETRASOS Y/O SOBRECOSTOS
OBJETIVOS ESPECIFICOS - GENERAL - COMPONENTES O PRODUCTOS	Colocación de puntos de control terrestre (placas geodésicas)	Placas colocadas	248	BITACORA DE TRABAJOS	HACER EL DEBIDO SEGUIMIENTO AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS BUSCANDO PROCESOS

					PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EVITANDO RETRASOS Y/O SOBRECOSTOS
ACTIVIDADES	Procesamiento – ortorrectificación de vuelos fotogramétricos	Ortofotografías	7	INFORME TÉCNICO	HACER EL DEBIDO SEGUIMIENTO AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS BUSCANDO PROCESOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EVITANDO RETRASOS Y/O SOBRECOSTOS
ACTIVIDADES	Vinculación de ortofotografías a Visor Urbano	Ortofotografías	7	INFORME TÉCNICO	HACER EL DEBIDO SEGUIMIENTO AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS BUSCANDO PROCESOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EVITANDO RETRASOS Y/O SOBRECOSTOS

Tabla 11. Matriz de marco lógico. Elaboración propia

Árbol de problemas

Este árbol de problemas destaca la relación entre la situación actual y los problemas subyacentes que enfrenta el municipio. La falta de información geoespacial actualizada limita la precisión en los registros catastrales, la ineficiencia en procesos cartográficos y la baja competitividad en servicios cartográficos son las causas principales que contribuyen al problema central de una gestión territorial deficiente y toma de decisiones ineficaz. Los

efectos generados por estos problemas afectan directamente al desarrollo y la planificación del municipio. La implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" busca abordar estas causas fundamentales y, por ende, mejorar la gestión territorial y la toma de decisiones en el municipio.

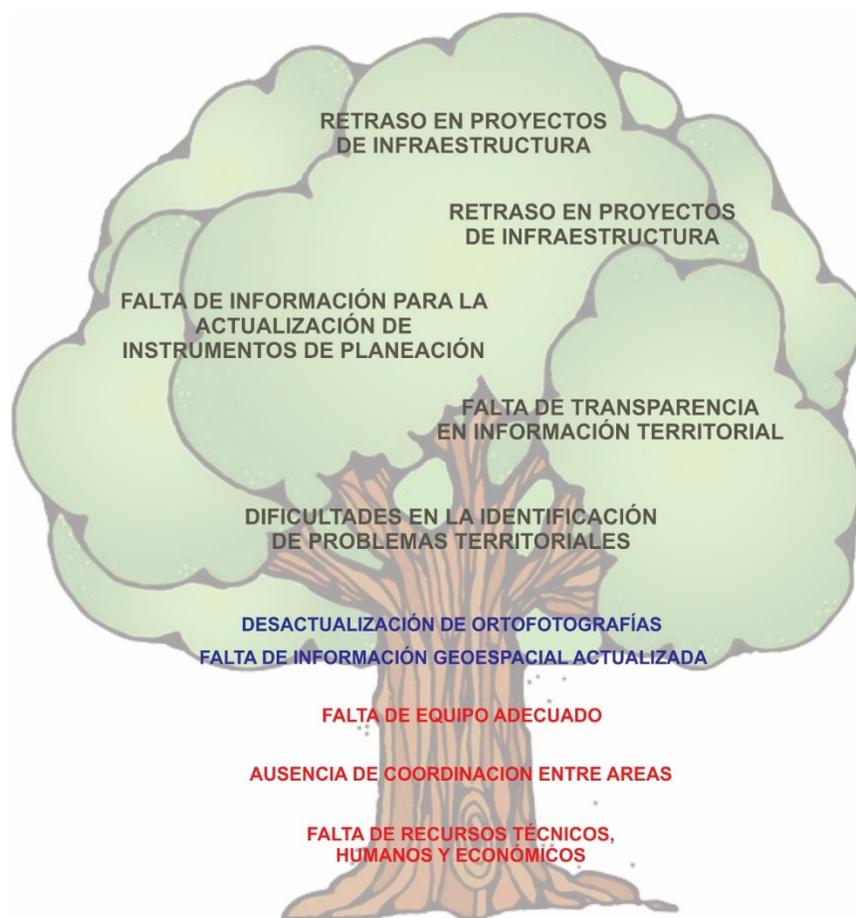


Ilustración 12. Árbol de problemas. Elaboración propia

Problema central:

Desactualización de ortofotografías – falta de información geoespacial actualizada.

Descripción de la situación existente con relación al problema

En la actualidad, el municipio de Tepatitlán enfrenta una serie de desafíos en la gestión territorial y la toma de decisiones que podrían afectar directamente su desarrollo urbano y territorial. La falta de información geoespacial actualizada se traduce en un desarrollo urbano desordenado, dificultades para identificar problemas territoriales y retrasos en la ejecución de proyectos de infraestructura. Esta carencia en el largo podría limitar la precisión geométrica en los registros catastrales, generando inconsistencias en la aplicación de normativas urbanísticas y dificultando la toma de decisiones informadas.

La falta de actualización geoespacial podría generar baja competitividad en servicios cartográficos, esto contribuiría a un escenario donde la coordinación entre las diferentes áreas municipales es limitada. Esta falta de coordinación se traduce en una ausencia de sinergias y enfoques integrados en la gestión territorial, exacerbando los problemas existentes.

Adicionalmente, la ausencia de una capacitación adecuada del personal en tecnologías cartográficas ha llevado a un subaprovechamiento de las herramientas disponibles y ha obstaculizado la actualización y modernización de la información geográfica. Como resultado, el desconocimiento de la situación territorial por parte de la población contribuye a falta de participación ciudadana en las decisiones urbanas.

En este contexto, se evidencia la necesidad urgente de implementar un enfoque integral para mejorar la gestión territorial, abordando las causas fundamentales que generan la deficiente toma de decisiones en el municipio de Tepatitlán. El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" se presenta como una iniciativa estratégica para superar estos desafíos y sentar las bases para un desarrollo urbano integral y una toma de decisiones más efectiva.

Causas que generan el problema

Tipo de causa	Nombre
Directa	Falta de equipo adecuado
Indirecta	Falta de recursos económicos
Indirecta	Ausencia de coordinación entre áreas
Indirecta	Falta de vehículo

Tabla 12. Causas que generan el problema

Efectos generados por el problema

Tipo de causa	Nombre
---------------	--------

Directo	Desarrollo Urbano Desordenado
Indirecto	Dificultades en la Identificación de Problemas Territoriales
Indirecto	Retraso en Proyectos de Infraestructura
Directo	Pérdida del paisaje urbano
Indirecto	Falta de información geoespacial actualizada para la modernización catastral
Indirecto	Falta de información geoespacial actualizada para la actualización de instrumentos de planeación

Tabla 13. Efectos generados por el problema. Elaboración propia

Número de personas objetivo: 150,190 de acuerdo a los datos del Censo del Inegi 2020²².

Análisis FODA:

Para conocer el impacto del programa propuesto, debemos considerar el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Para entender la relación que guarda cada cuadrante, primero presentamos la representación gráfica para posteriormente entrar a detalle en su análisis.

Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> ➤ Disponibilidad de personal especializado en tecnologías cartográficas. ➤ Experiencia previa en proyectos similares. ➤ Se cuenta con dron fotogramétrico DJI Matrice 300 RTK ➤ Se cuenta con un GNSS eSurvey E800 y E300 pro ➤ Se cuenta con un equipo de cómputo especializado para fotogrametría 	Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> ➤ Avance tecnológico en captura de imágenes aéreas y procesamiento de datos geoespaciales. ➤ Posibilidad de colaboración con instituciones académicas y empresas especializadas. ➤ Incremento de capacidades institucionales instaladas.
Debilidades <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dependencia de proveedores externos ➤ Falta de integración efectiva entre áreas municipales. 	Amenazas <ul style="list-style-type: none"> ➤ Posibles restricciones presupuestarias ➤ Eventos climáticos que podrían afectar la captura de imágenes

²² <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>



- | | |
|---|--|
| ➤ Resistencia al cambio en la implementación de nuevas tecnologías. | ➤ Cambios políticos que podrían afectar presupuestos y apoyo |
|---|--|

Tabla 14. Análisis FODA. Elaboración propia

Tablero de control

El tablero de control es una herramienta gerencial que tiene por objetivo principal presentar el estado actual de uno o varios elementos de la medición (indicadores, planes, estrategias, iniciativas) de la gestión de un proyecto, en este caso del Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024 para la Ciudad de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Trello²³ es una herramienta de gestión de proyectos basada en la web que utiliza tableros, listas y tarjetas para organizar tareas y proyectos. Fue lanzada en 2011 y se ha vuelto muy popular debido a su interfaz visual intuitiva y su flexibilidad. Aquí hay algunas características clave de Trello y para qué sirve:

- **Tableros:** Los tableros son el nivel más alto de organización en Trello. Puedes tener un tablero para un proyecto específico o para organizar tareas generales.
- **Listas:** Dentro de cada tablero, puedes crear listas que representen etapas o categorías del proyecto. Por ejemplo, "Pendiente", "En progreso" y "Completado".
- **Tarjetas:** Las tarjetas son unidades individuales de trabajo. Puedes agregar tarjetas a las listas y asignarles tareas específicas, descripciones, fechas de vencimiento, archivos adjuntos, comentarios, etc.
- **Colaboración:** Trello facilita la colaboración en equipo. Puedes invitar a miembros del equipo a un tablero y asignarles tareas específicas.
- **Integraciones:** Trello se integra con muchas otras herramientas y servicios populares, como Google Drive, Dropbox, Slack y más, para facilitar la gestión de proyectos.
- **Flexibilidad:** Una de las fortalezas de Trello es su flexibilidad. Puedes adaptar su uso a diferentes tipos de proyectos y procesos, desde la gestión de proyectos ágiles hasta la planificación de eventos y el seguimiento de tareas personales.

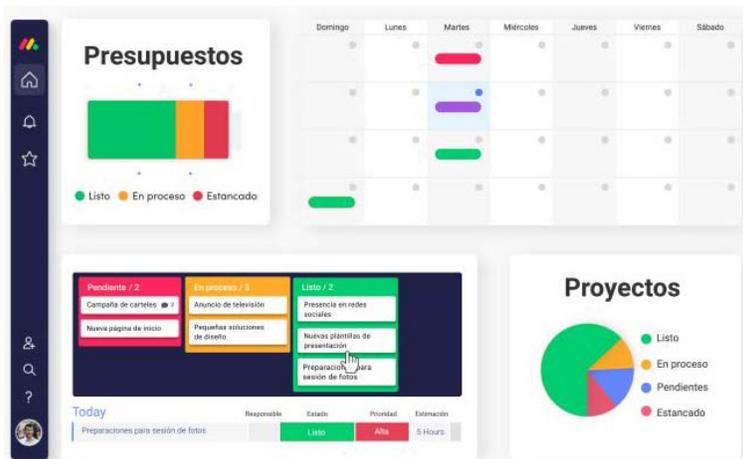
²³ <https://trello.com/es/use-cases/project-management>



Ilustración 13. Captura de pantalla. Software de gestión de proyectos "Trello". <https://trello.com/es/use-cases/project-management>

Otra herramienta digital que se utilizaría para la gestión, seguimiento y monitoreo del proceso es Monday.

Con Monday²⁴ se cuenta con la posibilidad de personalizar cualquier flujo de trabajo según las necesidades para aumentar la alineación, eficiencia y productividad del equipo que participa en el desarrollo del proyecto.



Calendario de actividades

Ilustración 14. Captura de pantalla del tablero de monday. Fuente: <https://monday.com/lang/es>

²⁴ <https://monday.com/lang/es>

El calendario de actividades es una herramienta esencial que organiza y presenta de manera estructurada las tareas y eventos planificados para la implementación del "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024". Sirve como una guía temporal que permite coordinar y monitorear el progreso del proyecto, asegurando la ejecución eficiente de cada fase.

El propósito fundamental del calendario de actividades es proporcionar una referencia temporal clara para todas las partes involucradas en el proyecto. Facilita la gestión del tiempo, la asignación de recursos y la identificación de hitos importantes. Además, el calendario sirve como una herramienta de comunicación que ayuda a mantener a todos los miembros del equipo y colaboradores informados sobre las fechas clave y los eventos cruciales del proyecto.

Actividades		Mes											
#	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Elaboración del Proyecto: Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024												
2	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación Tecamatlán												
3	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación Tecamatlán												
4	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación Tecamatlán												
5	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación Capilla Milpillas												



6	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación Capilla de Milpillas												
7	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación Capilla de Milpillas												
8	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación Mezcala												
9	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación Mezcala												
10	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación Mezcala												
11	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación Pegueros												
12	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación Pegueros												
13	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación Pegueros												
Actividades		Mes											
#	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
14	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación San José de Gracia												

15	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación San José de Gracia												
16	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación San José de Gracia												
17	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Agencia Ojo de Agua de Latillas												
18	Vuelo Fotogramétrico de la Agencia Ojo de Agua de Latillas												
19	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Agencia Ojo de Agua de Latillas												
20	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Delegación Capilla de Guadalupe												
22	Vuelo Fotogramétrico de la Delegación Capilla de Guadalupe												
23	Procesamiento, orto rectificación y obtención de Ortofotografías de la Delegación Capilla de Guadalupe												
Actividades		Mes											
#	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

24	Colocación de puntos de control terrestre y placas geodésicas en la Cabecera Municipal de Tepatitlán													
25	Vuelo Fotogramétrico de la Cabecera Municipal de Tepatitlán													
26	Procesamiento, ortorectificación y obtención de Ortofotografías de la Cabecera Municipal de Tepatitlán													

Tabla 15. Calendario de actividades. Elaboración propia

Análisis Costo - Beneficio

El análisis costo-beneficio representa un pilar fundamental en la evaluación integral de la viabilidad y el impacto del "Plan". Este enfoque crítico permite evaluar los costos asociados con la implementación del proyecto en comparación con los beneficios esperados, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones estratégicas.

1. Incremento del Valor:

La inversión inicial en tecnología, adquisición de equipos, capacitación del personal y desarrollo de la red geodésica municipal se traduce en un valor sustancial. La mejora en la precisión cartográfica generará información geoespacial precisa y actualizada, facilitando la toma de decisiones en proyectos urbanísticos, regulación catastral y planificación territorial.

2. Rentabilidad:

A pesar de los costos operativos continuos, la reducción de errores catastrales y la optimización de recursos públicos resultan en una mayor rentabilidad a largo plazo. El proyecto permitirá una gestión más eficiente de los recursos municipales al facilitar la identificación de áreas prioritarias y la planificación estratégica de proyectos.

3. Rendimiento Creciente:



La inversión en capacitación continua y actualización tecnológica garantizará un rendimiento creciente a lo largo del tiempo. Este enfoque asegura que el sistema de ortofotografías aéreas se adapte a los avances tecnológicos, manteniendo su relevancia y eficacia en el tiempo.

4. Beneficios Acumulativos:

Aunque existen costos iniciales significativos, los beneficios generados por la actualización cartográfica se acumularán con el tiempo. Esto se traduce en un impacto positivo en diversas áreas municipales, como la planificación urbana, el desarrollo rural, la gestión de proyectos y la toma de decisiones basada en datos precisos.

5. Valor Total:

El análisis integral sugiere que el valor total generado para el municipio superará los costos asociados con la implementación del plan. La mejora en la calidad de los datos geoespaciales respaldará la eficiencia operativa, la toma de decisiones informada y la ejecución efectiva de proyectos municipales.

Beneficios Adicionales:

1. Costo de Adquisición Reducido: La inversión en el kit de fotogrametría demuestra ser más rentable a largo plazo en comparación con la adquisición anual de ortofotografías. El ahorro sustancial representa un beneficio financiero directo para el municipio.

2. Uso Periódico del Dron: La adquisición del kit de fotogrametría permite que el dron quede en posesión de la dependencia, brindando la oportunidad de actualizar las ortofotografías de manera periódica sin incurrir en costos adicionales significativos. Esto asegura la continuidad y actualización constante de la información geoespacial.

3. Flexibilidad y Autonomía: La posesión del equipo proporciona flexibilidad y autonomía para la toma de decisiones, evitando depender de proveedores externos para la obtención de ortofotografías.

Comparación de Costos:

La inversión inicial en el kit de fotogrametría resulta ser una alternativa financieramente atractiva en comparación con la adquisición anual de ortofotografías. La brecha de costos entre ambas opciones representa un beneficio sustancial para las arcas municipales, permitiendo la asignación de recursos a otras áreas prioritarias.

Desarrollo Sostenible:



Este enfoque no solo contribuye a la eficiencia financiera, sino que también promueve la sostenibilidad al utilizar recursos locales de manera continua. La capacidad de mantener y utilizar el dron internamente para actualizaciones periódicas se alinea con los principios del desarrollo sostenible.

Perfil de Costos

El perfil de costos del proyecto abarca diversas áreas, desde la adquisición de equipos hasta la implementación operativa y el mantenimiento continuo. A continuación, se desglosa el perfil de costos considerando las principales categorías de gastos:

1. Adquisición del Kit de Fotogrametría:

- Inversión Inicial en Kit de Fotogrametría: \$800,000.00 (ochocientos mil pesos 00/100 m.n.).

2. Operación y Mantenimiento:

- Gastos de Personal para Operación: Incluye salarios del personal encargado de la operación del dron, procesamiento de datos y mantenimiento del equipo.
- Mantenimiento del Kit de Fotogrametría: Costos asociados a posibles reparaciones y actualizaciones del equipo.

3. Capacitación y Desarrollo:

- Programas de Capacitación: Gastos relacionados con la formación del personal en el manejo de la tecnología de fotogrametría y procesamiento de datos.

4. Infraestructura Tecnológica:

- Actualización de Hardware y Software: Incluye inversiones en tecnología necesaria para el procesamiento y almacenamiento de datos.

5. Gastos Administrativos:

- Costos de Administración: Gastos generales asociados con la gestión administrativa del proyecto.

6. Monitoreo y Evaluación:

- Implementación de Mecanismos de Monitoreo: Desarrollo e instalación de sistemas para evaluar y controlar el rendimiento del proyecto.

7. Contingencias:

- Reserva Financiera para Contingencias: Fondos destinados a hacer frente a imprevistos o cambios en el entorno operativo.

Consideraciones Importantes:

- Los costos operativos y de mantenimiento se estimarán anualmente, considerando la depreciación del equipo y posibles ajustes salariales.

- La capacitación continua del personal es crucial para maximizar el rendimiento del kit de fotogrametría, por lo que se asignarán recursos específicos para este fin.

Beneficios acumulativos

El "Plan" genera beneficios sustanciales que se materializarán en distintos plazos, contribuyendo al desarrollo sostenible y la eficiencia en la gestión municipal.

Corto Plazo (1-2 años):

Actualización Rápida de Información: La implementación del plan permitirá obtener ortofotografías actualizadas en un corto plazo, mejorando la precisión de los datos catastrales y de planificación urbana.

Eficiencia en Proyectos Urbanos: Los departamentos de obras públicas y planeación se beneficiarán al contar con información precisa y actualizada, agilizando la ejecución de proyectos urbanos y optimizando los recursos.

Mejora en la Toma de Decisiones: La disponibilidad de datos geoespaciales precisos en tiempo real facilitará la toma de decisiones en temas cruciales como ordenamiento territorial y desarrollo urbano.

Mediano Plazo (3-5 años):

Optimización de Recursos Financieros: La continuidad en la actualización periódica de ortofotografías reducirá los costos asociados a la adquisición anual de imágenes, generando ahorros significativos en el presupuesto municipal.

Desarrollo Ordenado: La planificación territorial mejorada y la actualización constante de la información catastral contribuirán a un desarrollo urbano más ordenado y sostenible a mediano plazo.

Fortalecimiento de la Planificación Estratégica: La información geoespacial precisa se convertirá en un activo estratégico, fortaleciendo la planificación a mediano plazo y garantizando un desarrollo urbano acorde a las necesidades de la población.

Largo Plazo (6-10 años):

Consolidación de Datos Históricos: La acumulación de datos históricos permitirá analizar y comprender las tendencias a lo largo del tiempo, facilitando la toma de decisiones a largo plazo y mejorando la visión prospectiva del municipio.

Resiliencia Urbana: La implementación sostenida del plan contribuirá a la resiliencia urbana, permitiendo una mejor preparación y respuesta a eventos climáticos extremos o situaciones de emergencia.

Apoyo a Políticas de Desarrollo: La información geoespacial actualizada y consistente respaldará eficazmente la formulación y evaluación de políticas de desarrollo a largo plazo, asegurando la sustentabilidad y prosperidad del municipio.

Esquemas de retorno-recuperación de la inversión

Existen varios esquemas innovadores para recuperar o generar el retorno de inversión de la adquisición del kit de fotogrametría por el Gobierno Municipal, algunos ejemplos son:

- a) Servicios de levantamiento topográfico y cartográfico a terceros: El gobierno municipal puede ofrecer servicios de levantamiento topográfico y cartográfico a empresas privadas, lo que podría generar ingresos adicionales para el municipio.
- b) Actualización del Catastro Municipal: La generación de fotografías aéreas de alta definición y la utilización de herramientas de fotogrametría permitiría una actualización más rápida y precisa del Catastro Municipal, lo que a su vez podría generar ingresos adicionales en la recaudación de impuestos.
- c) Análisis de riesgo y prevención de desastres: El uso de drones y herramientas de fotogrametría también puede ser útil para la identificación de áreas de riesgo y la prevención de desastres naturales, lo que podría generar ahorros significativos en la reparación de daños.
- d) Mejora de la planificación urbana: La generación de mapas 3D precisos y la visualización de los datos a través de herramientas de software permitiría una mejor planificación urbana, lo que podría conducir a un uso más eficiente del suelo y a la reducción de costos en proyectos de infraestructura.
- e) Turismo: La generación de imágenes aéreas y mapas precisos también podría ser utilizado para promover el turismo en el municipio, lo que podría atraer a más visitantes y generar ingresos adicionales en la industria turística.

Ficha técnica de proyecto

Nombre del Proyecto:	Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024 en el Municipio de Tepatitlán de Morelos
Municipio:	Tepatitlán de Morelos, Jalisco
Localidad:	Cabecera Municipal, Delegación Capilla de Guadalupe, Delegación Pegueros, Delegación San Jose de Gracia

Sector:	Innovación Gubernamental	Etapas de proyecto	
Monto del proyecto con IVA:	2500000	Es un proyecto completo o por etapas	SI
Beneficiarios directos:	150,190	En su caso, indicar el número de etapa	1
Beneficiarios indirectos:	150,190	Cuenta con recursos estatales 2024	NO
Duración del proyecto en meses:	9 MESES ENERO-SEPTIEMBRE	Monto de etapas posteriores (suma)	\$500,000.00

¿El proyecto se ubica en Zona de Atención reconocida por Secretaría de Bienestar?	SI
Contribución al combate a la pobreza (carencia)	NO
Zona (focalización)	NO

II. Alineación Estratégica

Programa(s) Relacionado(s)	Objetivo(s) /Estrategia(s)	Líneas de Acción
----------------------------	----------------------------	------------------

<p>Plan Estatal de Desarrollo</p>	<p>6.6 Desarrollo sostenible del territorio</p> <p>Promoviendo la prosperidad y las oportunidades económicas, un mayor bienestar social y la protección del medio ambiente, a través de una cultura de paz.</p> <p>Proyecto estratégico: Ordenamiento territorial para el desarrollo sustentable.</p> <p>Objetivo específico: Creación de instrumentos normativos de ordenamiento territorial y planeación urbana, mediante esquemas efectivos de gobernanza ambiental que consideren las potencialidades de las regiones, áreas metropolitanas y localidades sin menoscabo de los recursos naturales.</p> <p>Proyecto estratégico: Gobernanza territorial y desarrollo regional.</p> <p>Objetivo específico: Impulsar el desarrollo sostenible de Jalisco, a partir de instrumentos de ordenamiento territorial y planeación urbana que consideren las potencialidades y límites de las regiones, áreas metropolitanas y localidades, así como la implementación de una política descentralizada de gestión territorial basada en esquemas efectivos de gobernanza.</p>	<p>6.6.3. Gestión eficiente, participativa y efectiva en las áreas metropolitanas donde se haya establecido un régimen de coordinación, específicamente en las materias de movilidad, ordenamiento territorial sustentable y seguridad.</p> <p>6.6.6 Instrumentar una metodología para la integración de los instrumentos de ordenamiento ecológico, territorial y de desarrollo urbano.</p>
<p>Plan Municipal de Desarrollo</p>	<p>Eje Transversal: Innovación y Gobernanza</p> <p>Visión al 2036: Revelar un Municipio innovador, impulsor de la tecnología digital que fortalezca una cultura en la que todo ciudadano, desarrolle su potencial creando e innovando espacios y estructuras como palancas de crecimiento y desarrollo al servicio de las personas.</p> <p>Proyecto estratégico 5.1.: Municipio Innovador</p> <p>Objetivo específico: Detonar un municipio innovador e inteligente, desarrollador de prácticas exitosas que mejoren la calidad de vida de la población.</p>	<p>5.11.</p> <p>Trámites inteligentes</p> <p>Ordenamiento Territorial y reglas inteligentes.</p> <p>Conectividad inteligente</p> <p>Diseño y rediseño inteligente de calles.</p> <p>2.1.2</p>

	<p>Eje Estratégico: Urbano Sustentable</p> <p>Visión al 2036: Impulsar un municipio con una adecuada gestión del territorio, que sea expresión del desarrollo armónico y la preservación ecológica; que ofrezca una adecuada calidad a sus habitantes, y se identifiquen mediante una vida sana libre de contaminantes, segura, en concordancia con el entorno rural y natural, innovador en su movilidad, protector de su imagen y garante del buen manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos.</p> <p>Proyecto estratégico: 2.1 Transformando Tepatitlán.</p> <p>Objetivo específico: Conservar, restaurar y regenerar fragmentos del territorio urbano.</p> <p>Proyecto estratégico: 2.2 Infraestructura global.</p> <p>Objetivo específico: Incrementar cobertura de infraestructura</p>	<p>Regeneración urbana a nivel local</p> <p>Revitalizar áreas de la ciudad</p> <p>2.2.3 Urbanismo táctico.</p> <p>Recuperar espacios públicos y maximizar su valor compartido.</p>
--	---	--

VII. Identificación y cuantificación de costos y beneficios

Identificación de costos

Tipo de Costo*	Descripción y Temporalidad	Monto	Valoración	Periodicidad
Mantenimiento	Conservación		Pesos	Anual
Mantenimiento	Rutinaria		Pesos	cada 5 años
Mantenimiento	Reconstrucción		Pesos	cada 10 años

Descripción de los componentes del proyecto

Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Monto total (incluye IVA)
------------	-------------	----------------	----------	---------------------------

2024	Plan de Ortofotografías Urbanas 2024	\$250,000	1	\$250,000
------	--------------------------------------	-----------	---	-----------

Metodología:

La planificación de las misiones de vuelo se realizará considerando la eficiencia operativa y la cobertura óptima de las zonas urbanas en el territorio municipal. Cada misión de vuelo se dividirá en mosaicos de 1000 x 700 metros, cubriendo un área de aproximadamente 70 hectáreas. Se dispone de un total de 6 baterías, organizadas en 3 pares, donde cada par de baterías proporciona una autonomía de vuelo de 25 minutos en condiciones normales.

Detalle de las Misiones de Vuelo:

Altura de Vuelo: El dron operará a una altura de 120 metros para optimizar la calidad de las capturas.

Cobertura de área por misión de vuelo:	Cada misión de vuelo abarcará mosaicos de 1000 x 700 metros, lo que representa una cobertura de aproximadamente 70 hectáreas.
Baterías Disponibles:	Se cuentan con 6 baterías en total, organizadas en 3 pares de baterías.
Duración por Vuelo:	Cada par de baterías proporcionará una autonomía de vuelo de 25 minutos en condiciones normales.
Cobertura por Vuelo:	En cada vuelo por par de baterías, se cubrirán aproximadamente 20 hectáreas.
Cobertura de vuelo por día:	En cada día, utilizando las 6 baterías se cubrirá un mosaico de 70 hectáreas de superficie.

Procedimiento:

El procedimiento para realizar un levantamiento topográfico fotogramétrico con el equipo mencionado sería el siguiente:

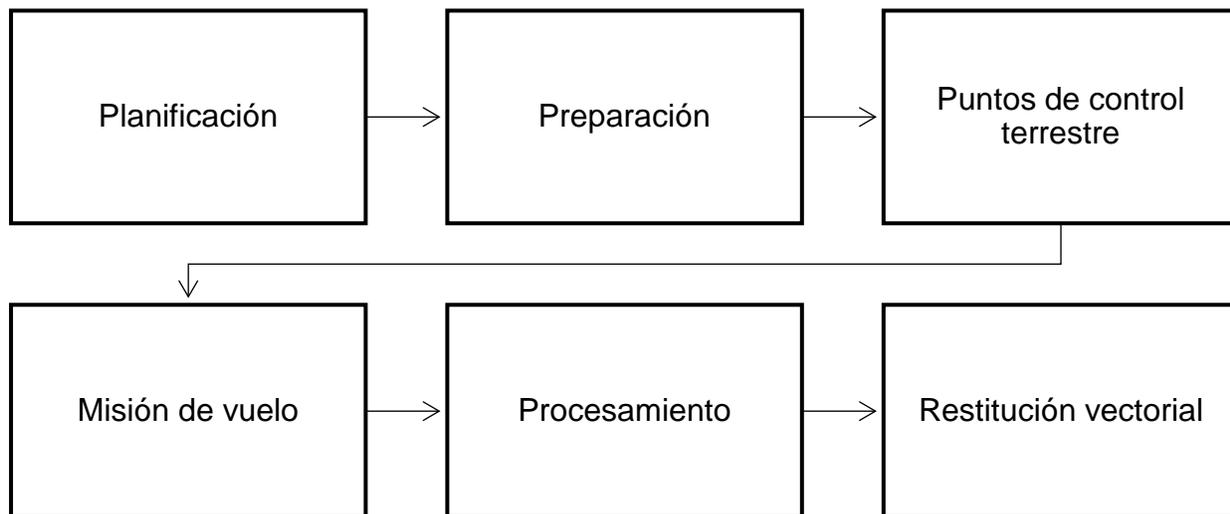


Ilustración 15. Procedimiento para la realización de un vuelo fotogramétrico. Elaboración propia

1. **Planificación:** Identificación el área de interés y determinar los objetivos del levantamiento. Seleccionar las rutas de vuelo para el dron y establecer los puntos de control de tierra.

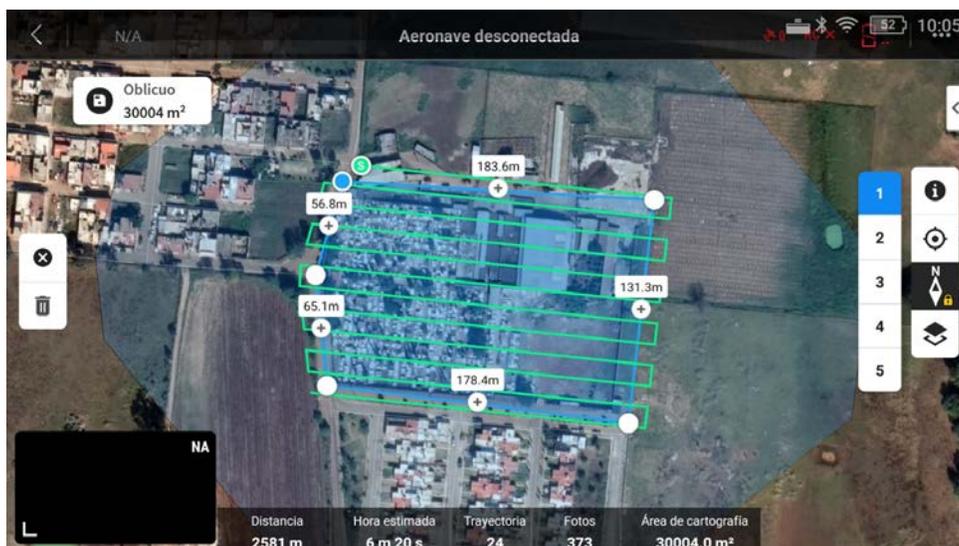


Ilustración 16. Planificación del vuelo en gabinete. Ejemplo Misión de Vuelo en el Cementerio de San José de Gracia

1.1. Colocación de puntos de control terrestre.



En lo que respecta a la topografía con drones, la colocación eficaz de puntos de control terrestre lo es todo. Los puntos de control terrestre o del suelo (Ground Control Points - GCP, por sus siglas en inglés) ayudan a definir los límites de la zona y modifican la escala de manera adecuada de todo lo que hay en medio. Son un auténtico componente esencial de cualquier trabajo de topografía y mejoran la precisión del mapa.

Los GCP son puntos de ajuste sobre la superficie que tienen una localización geográfica conocida, o coordenadas que ya se han definido, normalmente mediante un modelo geoidal y coordenadas GPS. Al tener coordenadas conocidas seleccionadas y marcadas antes de recopilar cualquier dato, los topógrafos pueden aumentar la precisión y disponer de un marco de referencia para todo el proyecto.

Un punto de control debe cumplir con dos criterios para resultar útil en topografía aérea. Cada punto debe hacerse con colores de alto contraste que haga que destaquen sobre el terreno circundante; si son muy similares, será difícil encontrar los GCP en las fotografías. Además, los puntos deben tener un centro claramente definido que se alinee con la coordenada establecida. Esto se puede hacer con dos líneas perpendiculares.

Tanto si necesitas un mapa de fotogrametría o LiDAR, los puntos de control terrestre ayudan a conseguir un mapa aéreo lo más preciso posible. Estos puntos son importantes para los topógrafos porque se fijan con una precisión absoluta. Esto quiere decir que un punto se correlaciona con un valor real, como una coordenada GPS. En cambio, la precisión relativa describe otros puntos que se pueden encontrar al modificar la escala de un mapa con respecto a estas coordenadas absolutas. Es decir, al tener diferentes ubicaciones geográficas conocidas ya establecidas en el mundo real, es más fácil establecer la distancia entre los puntos y la escala general del mapa.

Por supuesto, los puntos de control del suelo son solo una pieza del rompecabezas. Por ejemplo, la distancia de muestreo del suelo (GSD) es un cálculo que se utiliza para explicar cómo se traduce en un mapa la escala del mundo real establecida por los GCP. La GSD describe la distancia entre el punto central de dos píxeles consecutivos en una imagen digital. Sin una GSD precisa, para los topógrafos es imposible convertir todos los datos que recopilamos en los mapas utilizables. Al igual que para los puntos de control, el cálculo de una GSD con una diferencia de tan solo unos centímetros puede tener repercusiones de amplio alcance en todo el proyecto. (Enterprise, 2021)



Ilustración 17. Punto de control terrestre con lona tipo ajedrez. Fuente: Internet

- 2. Preparación:** Configuración del equipo, verificar la carga de la batería y la memoria disponible. Asegurarse de que las cámaras estén calibradas y en buen estado.
- 3. Vuelo:** Realización del vuelo planificado y tomar fotografías aéreas del área de interés. Asegurarse de que el dron esté en buenas condiciones y respetar las normas de vuelo.
- 4. Puntos de control:** Medición de los puntos de control de tierra utilizando el equipo GNSS eSurvey E800H + E300 Pro c/UT12 y SurPad.



Ilustración 18. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio de San José de Gracia del 27 de junio del 2023. Fuente: IMPLAN 2023

5. Procesamiento: Procesamiento de las imágenes utilizando el software 3DSurvey y realizar la ortorrectificación y procesamiento de los datos obtenidos.

6. Análisis: Analizar los datos y generar los productos solicitados, como planos topográficos, modelos digitales del terreno, nubes de puntos, entre otros.



Ilustración 19. Ortofotografía del Cementerio de San José de Gracia. Resolución 2 cm/pixel

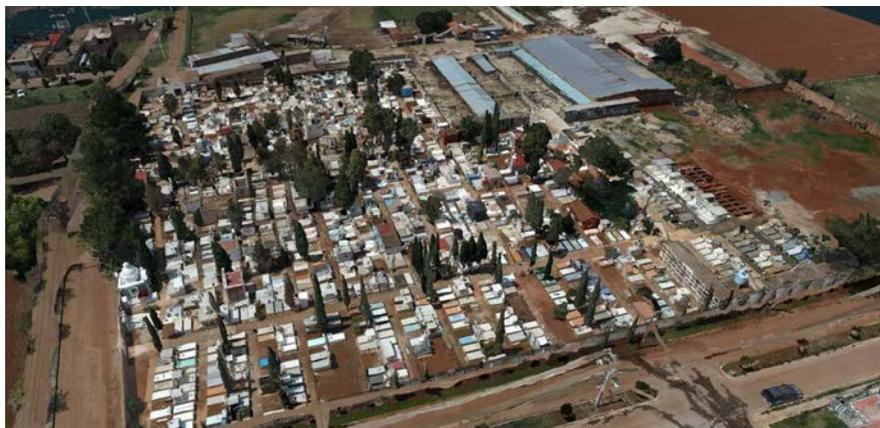


Ilustración 20. Modelo 3d Cementerio San José de Gracia. Fuente: IMPLAN

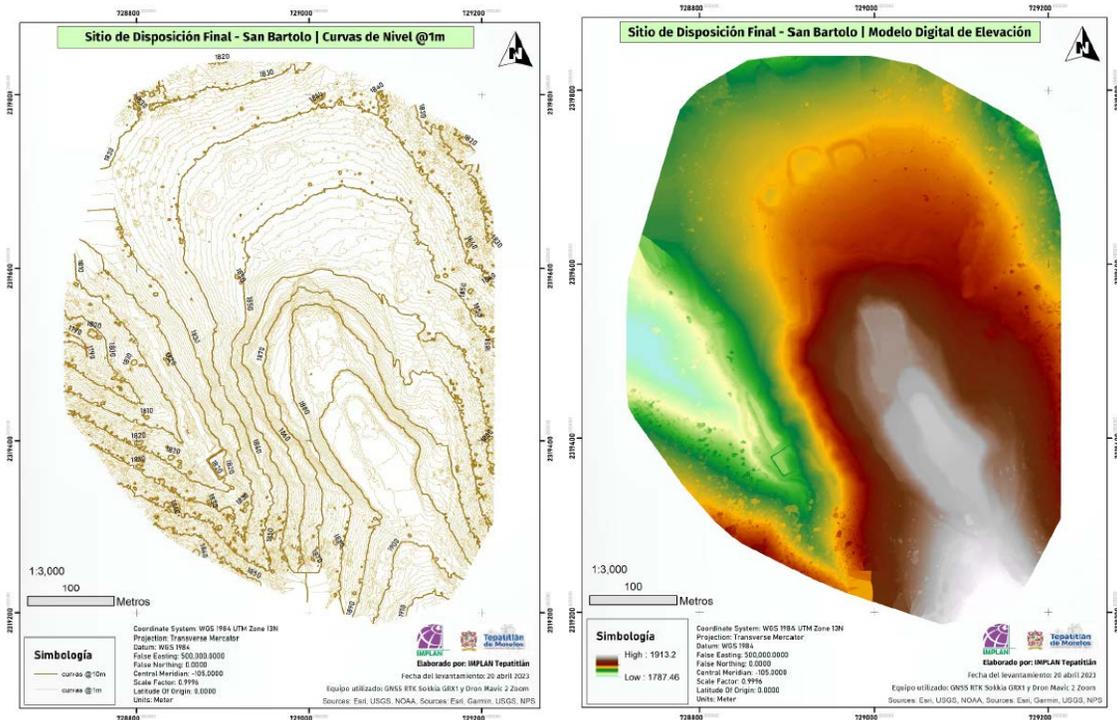


Ilustración 21. Curvas de nivel y modelo digital de elevación del Vertedero San Bartolo. Fuente IMPLAN 2023

Distancia de muestreo del suelo o Ground Sample Distance:

La distancia de la muestra del suelo es una métrica útil para la fotogrametría y para las mediciones en proyectos de cartografía y topografía con drones. La GSD se define como la distancia entre los centros de dos píxeles adyacentes medida sobre el terreno. Esta métrica está relacionada con la longitud focal de la cámara, la resolución del sensor de la cámara y la distancia de la cámara al sujeto. Suele describirse en centímetros por píxel (cm/px).

En la fotogrametría y la topografía aérea, la distancia de la muestra al suelo puede afectar a la precisión del levantamiento. Los datos recogidos durante el levantamiento se transformarán en medidas y distancias del mundo real. Su GSD ayudará a traducir las distancias en sus imágenes a distancias sobre el terreno.

Una GSD de 5 cm/px significa que un píxel de la imagen representa un cuadrado de 5 x 5 centímetros (25 cm²) sobre el terreno. Un cuadrado más pequeño se traduce en más detalles dentro de la imagen. La GSD escalará linealmente con la altitud del dron si éste lleva una cámara con un objetivo de distancia focal fija. La GSD escalará linealmente

con la distancia focal si la cámara tiene un objetivo variable. Si un dron vuela más cerca del suelo, la GSD mejorará y los detalles más pequeños serán más claros en la imagen.

Un valor más bajo de GSD significa una medición más precisa. Su levantamiento no puede ser más preciso que su GSD. El rango para la fotogrametría con UAV suele estar entre 1,5 y 2,5 cm/px (.6 a 1 pulgada). Algunos recomiendan una distancia de muestreo del suelo de 1 cm/px para los levantamientos profesionales.²⁵

El gsd utilizado para este Proyecto del “Plan” se ubicará en los 2 cm/px.

Levantamientos fotogramétricos realizados en 2023 con el kit de fotogrametría:

Desde la adquisición del kit de fotogrametría en 2023 se han realizado aproximadamente 35 (treinta y cinco) misiones de vuelo con múltiples propósitos, proyectos de obra pública, estudios, diagnósticos, levantamientos topográficos, fotogramétricos, entre otros.

A continuación, se muestra información general de los 35 levantamientos como su numero consecutivo, ubicación, fecha de la realización del vuelo, resolución obtenida, área cubierta, equipo utilizado y cantidad de imágenes recabadas.

Superficie cubierta con vuelos fotogramétricos en 2023: 951.78 hectáreas.

Fotografías de alta resolución obtenidas: 36,079 (treinta y seis mil setenta y nueve)

N°	Misiones de Vuelo					Resultado
	Ubicación	Fecha	GSD	Área cubierta (ha.)	Equipo utilizado	Cantidad imágenes
1	Parroquia de San Francisco de Asís,	23 de mayo 2023	1.5 cm	1.20	DronMatrice 300 RTK Cámara P1 de 35 mm GNSS de la empresa ESurvey, con base E800 y rover E300	500
2	Vertedero Municipal, Tepatitlán de Morelos	14 de junio 2023	1.79 cm	50.03	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1500

²⁵ Fuente: <https://acolita.com/que-es-la-distancia-de-muestreo-del-suelo/>



3	Presas Del Jihuite, Tepatitlán de Morelos	15 de junio 2023	1.51 cm	7.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1000
4	Camino de los Mártires, Tepatitlán de Morelos	27 de junio 2023	2 cm	20.20	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1500
5	Cementerio de Capilla de Guadalupe, Tepatitlán de Morelos	27 de junio 2023	1.63 cm	2.07	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1000
6	Cementerio de la Delegación de Pegueros, Tepatitlán de Morelos	28 de junio 2023	1.51 cm	2.3007 hectáreas	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1200
7	Cementerio de la Delegación de Mezcala, Tepatitlán de Morelos	03 de julio 2023	1.51 cm	1.84	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1000
8	Cementerio de la Delegación de Capilla de Milpillas, Tepatitlán de Morelos	05 de julio 2023	1.51 cm	1.54	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	345
9	Cementerio de la Delegación de San José de Gracia, Tepatitlán de Morelos	06 de julio 2023	1.51 cm	3.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1500

10	Cementerio de la Delegación de Tecamatlán, Tepatitlán de Morelos	06 de julio 2023	1.51 cm	3.07	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1500
11	Secundaria Técnica de la Delegación de Tecamatlán, Tepatitlán de Morelos	13 de julio 2023	1.51 cm	1.67	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1000
12	Carretera JAL 314 Capilla de Guadalupe, Delegación de Capilla de Guadalupe	27 de julio de 2023	1.51 cm	20.14	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1297
13	Planta de Tratamiento de las Aguas Negras, Tepatitlán de Morelos	28 de julio 2023	1.51 cm	93.56	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1127
14	Parque de los Peregrinos, Tepatitlán de Morelos, Jalisco	8 de agosto 2023	1.51 cm	3.44	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	578
15	Hospital de Jesús, Tepatitlán de Morelos	13 de agosto 2023	1.00 cm	1.20	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	321
16	Levantamiento Fotogramétrico para el Mejoramiento de Vialidades en Capilla de Guadalupe, Tepatitlán de Morelos	23 de Agosto 2023	1.51 cm	100.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1602

17	CAQUIXTLE, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.	31 de agosto 2023	1.51 cm	100.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1592
18	TORRE DE OSCILACION, Tepatitlán de Morelos, Jalisco	8 de septiembre 2023	1.51 cm	24.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	772
19	Centro de Tepatitlán, Tepatitlán de Morelos, Jalisco	12 de septiembre de 2023	1.51 cm	51.00	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	757
20	Entronque de Colosio y Carretera Yahualica	12 de septiembre de 2023	1.51	13.35	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	536
21	Entronque Cordillera Blanca/ Periférico Sr. Cura Salvador Zúñiga Torres y Carretera Tepatitlán Tototlán	14 de septiembre 2023	1.51	5.21	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	297
22	Dif delegación de Pegueros	15 de septiembre 2023	1.51	1.23	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	431
23	Boulevard Anacleto González Flores en el Municipio de Tepatitlán de Morelos Jalisco	27 de septiembre 2023	1.51	2.93	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	2034

24	Boulevard Anacleto González Flores en el Municipio de Tepatitlán de Morelos Jalisco	27 de septiembre 2023	1.51	1.69	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1016
25	Plaza Morelos en el Municipio de Tepatitlán de Morelos Jalisco	28 de septiembre 2023	1.51	1.83	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	685
26	Av. Puerta Vieja a un costado de la Universidad LAMAR	03 de octubre 2023	1.51	28.67	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	3918
27	Complejo Deportivo en la Villa, Tepatitlán de Morelos Jalisco	09 de octubre 2023	1.51	341.36	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1825
28	Cementerio Jardín de la Esperanza, Tepatitlán de Morelos Jalisco	10 de octubre 2023	1.51	5.94	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1272
29	Camino Santa Barbara y Carretera Tepatitlán San Juan de los Lagos	24 de octubre 2023	1.51	4.79	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	623
30	Carretera Capilla de Milpillas- Tecomatlán, delegación de capilla de Milpillas	25 de octubre 2023	1.51	1.50	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	116

31	Parque Miguel Hidalgo, Tepatitlán de Morelos Jalisco	14 de noviembre 2023	1.38	0.50	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	66
32	Vía Juan Pablo II, delegación de Capilla de Milpillas	16 de noviembre 2023	1.51	19.08	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	766
33	Núcleo de Feria Tepatitlán de Morelos Jalisco	24 de noviembre 2023	1.51	1.61	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	878
34	Carretera Yahualica - Luis Donaldo Colosio a Glorieta Avicultores, Tepatitlán de Morelos Jalisco	30 de noviembre 2023	1.51	34.81	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	1142
35	Parque Jardines de Tepatitlán de Morelos Jalisco	30 de noviembre 2023	1.51	2.32	Plataforma: DronMatrice 300 RTK Cámara: P1 de 35 mm GNSS: ESurvey E800 (base) y ESurvey E300 (rover)	383
		Total:		951.78		36079

Tabla 16. Misiones de vuelo realizadas en 2023. Fuente Geomática IMPLAN

Programación de misiones de vuelo en 2024:

A continuación se presenta una tabla que proporciona información detallada sobre diferentes localidades o áreas dentro del municipio, presentando datos clave que son esenciales para la programación y ejecución de los vuelos.

A continuación, se explica cada uno de los elementos presentes en la tabla:

1. FID (Feature ID): Es un identificador único asignado a cada entrada en la tabla. Facilita la referencia y la identificación de cada localidad o área dentro del conjunto de datos.

2. loc (Localidad): Indica el nombre o la designación de la localidad o área geográfica específica dentro del municipio.

3. id: Es un código identificador asignado a cada localidad o área para su clasificación y organización.

4. left, top, right, bottom: Representan las coordenadas geográficas que definen la ubicación espacial de cada localidad o área. Estas coordenadas delimitan el área geográfica cubierta por la entrada.

5. Superficie (m2): Indica la superficie en metros cuadrados del área geográfica cubierta por cada entrada.

6. sup_ha (Superficie en hectáreas): Muestra la superficie en hectáreas correspondiente al área geográfica de cada polígono de misión de vuelo. La superficie en hectáreas es una medida estándar utilizada para la delimitación de los polígonos.

#	FID	loc	id	left	top	right	bottom	Superficie m2	sup_ha
1	19	Cabecera	1025	727837	2304456.998	728537	2303456.998	699659.1876	70
2	20	Cabecera	1026	727837	2303456.998	728537	2302456.998	699659.1863	70
3	21	Cabecera	1031	727837	2298456.998	728537	2297456.998	699659.18	70
4	22	Cabecera	1075	728537	2304456.998	729237	2303456.998	699653.655	70
5	23	Cabecera	1076	728537	2303456.998	729237	2302456.998	699653.6537	70
6	24	Cabecera	1081	728537	2298456.998	729237	2297456.998	699653.6474	70
7	25	Cabecera	1123	729237	2306456.998	729937	2305456.998	699648.1081	70
8	26	Cabecera	1124	729237	2305456.998	729937	2304456.998	699648.1068	70
9	27	Cabecera	1125	729237	2304456.998	729937	2303456.998	699648.1056	70
10	28	Cabecera	1126	729237	2303456.998	729937	2302456.998	699648.1043	70
11	29	Cabecera	1127	729237	2302456.998	729937	2301456.998	699648.103	70
12	30	Cabecera	1128	729237	2301456.998	729937	2300456.998	699648.1017	70
13	31	Cabecera	1129	729237	2300456.998	729937	2299456.998	699648.1004	70
14	32	Cabecera	1174	729937	2305456.998	730637	2304456.998	699642.5405	70
15	33	Cabecera	1175	729937	2304456.998	730637	2303456.998	699642.5392	70
16	34	Cabecera	1176	729937	2303456.998	730637	2302456.998	699642.5379	70
17	35	Cabecera	1177	729937	2302456.998	730637	2301456.998	699642.5367	70
18	36	Cabecera	1178	729937	2301456.998	730637	2300456.998	699642.5354	70
19	37	Cabecera	1179	729937	2300456.998	730637	2299456.998	699642.5341	70
20	38	Cabecera	1180	729937	2299456.998	730637	2298456.998	699642.5328	70
21	39	Cabecera	1224	730637	2305456.998	731337	2304456.998	699636.9573	70
22	40	Cabecera	1225	730637	2304456.998	731337	2303456.998	699636.956	70



23	41	Cabecera	1226	730637	2303456.998	731337	2302456.998	699636.9547	70
24	42	Cabecera	1227	730637	2302456.998	731337	2301456.998	699636.9534	70
25	43	Cabecera	1228	730637	2301456.998	731337	2300456.998	699636.9521	70
26	44	Cabecera	1229	730637	2300456.998	731337	2299456.998	699636.9508	70
27	45	Cabecera	1230	730637	2299456.998	731337	2298456.998	699636.9495	70
28	46	Cabecera	1273	731337	2306456.998	732037	2305456.998	699631.3585	70
29	47	Cabecera	1274	731337	2305456.998	732037	2304456.998	699631.3572	70
30	48	Cabecera	1275	731337	2304456.998	732037	2303456.998	699631.3559	70
31	49	Cabecera	1276	731337	2303456.998	732037	2302456.998	699631.3546	70
32	50	Cabecera	1277	731337	2302456.998	732037	2301456.998	699631.3533	70
33	51	Cabecera	1278	731337	2301456.998	732037	2300456.998	699631.352	70
34	52	Cabecera	1279	731337	2300456.998	732037	2299456.998	699631.3507	70
35	53	Cabecera	1280	731337	2299456.998	732037	2298456.998	699631.3494	70
36	54	Cabecera	1323	732037	2306456.998	732737	2305456.998	699625.7416	70
37	55	Cabecera	1324	732037	2305456.998	732737	2304456.998	699625.7403	70
38	56	Cabecera	1325	732037	2304456.998	732737	2303456.998	699625.7389	70
39	57	Cabecera	1326	732037	2303456.998	732737	2302456.998	699625.7376	70
40	58	Cabecera	1327	732037	2302456.998	732737	2301456.998	699625.7363	70
41	59	Cabecera	1328	732037	2301456.998	732737	2300456.998	699625.735	70
42	60	Cabecera	1329	732037	2300456.998	732737	2299456.998	699625.7337	70
43	61	Cabecera	1374	732737	2305456.998	733437	2304456.998	699620.1064	70
44	62	Cabecera	1375	732737	2304456.998	733437	2303456.998	699620.1051	70
45	63	Cabecera	1376	732737	2303456.998	733437	2302456.998	699620.1037	70
46	64	Cabecera	1377	732737	2302456.998	733437	2301456.998	699620.1024	70
47	65	Cabecera	1378	732737	2301456.998	733437	2300456.998	699620.1011	70
48	66	Cabecera	1379	732737	2300456.998	733437	2299456.998	699620.0998	70
49	67	Cabecera	1380	732737	2299456.998	733437	2298456.998	699620.0985	70
50	68	Cabecera	1420	733437	2309456.998	734137	2308456.998	699614.461	70
51	69	Cabecera	1421	733437	2308456.998	734137	2307456.998	699614.4596	70
52	70	Cabecera	1424	733437	2305456.998	734137	2304456.998	699614.4556	70
53	71	Cabecera	1425	733437	2304456.998	734137	2303456.998	699614.4543	70
54	72	Cabecera	1426	733437	2303456.998	734137	2302456.998	699614.453	70
55	73	Cabecera	1427	733437	2302456.998	734137	2301456.998	699614.4517	70
56	74	Cabecera	1430	733437	2299456.998	734137	2298456.998	699614.4477	70
57	75	Cabecera	1470	734137	2309456.998	734837	2308456.998	699608.7934	70
58	76	Cabecera	1471	734137	2308456.998	734837	2307456.998	699608.792	70
59	77	Cabecera	1472	734137	2307456.998	734837	2306456.998	699608.7907	70
60	78	Cabecera	1473	734137	2306456.998	734837	2305456.998	699608.7893	70
61	79	Cabecera	1474	734137	2305456.998	734837	2304456.998	699608.788	70
62	80	Cabecera	1475	734137	2304456.998	734837	2303456.998	699608.7867	70



63	81	Cabecera	1476	734137	2303456.998	734837	2302456.998	699608.7853	70
64	82	Cabecera	1477	734137	2302456.998	734837	2301456.998	699608.784	70
65	83	Cabecera	1520	734837	2309456.998	735537	2308456.998	699603.1089	70
66	84	Cabecera	1521	734837	2308456.998	735537	2307456.998	699603.1075	70
67	85	Cabecera	1522	734837	2307456.998	735537	2306456.998	699603.1062	70
68	86	Cabecera	1523	734837	2306456.998	735537	2305456.998	699603.1048	70
69	87	Cabecera	1524	734837	2305456.998	735537	2304456.998	699603.1035	70
70	88	Cabecera	1525	734837	2304456.998	735537	2303456.998	699603.1021	70
71	89	Cabecera	1526	734837	2303456.998	735537	2302456.998	699603.1008	70
72	90	Cabecera	1527	734837	2302456.998	735537	2301456.998	699603.0995	70
73	91	Cabecera	1528	734837	2301456.998	735537	2300456.998	699603.0981	70
74	92	Cabecera	1570	735537	2309456.998	736237	2308456.998	699597.4075	70
75	93	Cabecera	1571	735537	2308456.998	736237	2307456.998	699597.4062	70
76	94	Cabecera	1572	735537	2307456.998	736237	2306456.998	699597.4048	70
77	95	Cabecera	1573	735537	2306456.998	736237	2305456.998	699597.4034	70
78	96	Cabecera	1574	735537	2305456.998	736237	2304456.998	699597.4021	70
79	97	Cabecera	1575	735537	2304456.998	736237	2303456.998	699597.4007	70
80	98	Cabecera	1576	735537	2303456.998	736237	2302456.998	699597.3994	70
81	99	Cabecera	1577	735537	2302456.998	736237	2301456.998	699597.398	70
82	100	Cabecera	1578	735537	2301456.998	736237	2300456.998	699597.3967	70
83	101	Cabecera	1623	736237	2306456.998	736937	2305456.998	699591.6852	70
84	102	Cabecera	1624	736237	2305456.998	736937	2304456.998	699591.6838	70
85	103	Cabecera	1625	736237	2304456.998	736937	2303456.998	699591.6825	70
86	104	Cabecera	1626	736237	2303456.998	736937	2302456.998	699591.6811	70
87	105	Cabecera	1627	736237	2302456.998	736937	2301456.998	699591.6797	70
88	106	Cabecera	1628	736237	2301456.998	736937	2300456.998	699591.6784	70
89	107	Cabecera	1671	736937	2308456.998	737637	2307456.998	699585.9528	70
90	108	Cabecera	1717	737637	2312456.998	738337	2311456.998	699580.2063	70
91	109	Cabecera	1718	737637	2311456.998	738337	2310456.998	699580.2049	70
92	110	Cabecera	1720	737637	2309456.998	738337	2308456.998	699580.2021	70
93	111	Cabecera	1721	737637	2308456.998	738337	2307456.998	699580.2007	70
94	112	Cabecera	1768	738337	2311456.998	739037	2310456.998	699574.436	70
95	113	Cabecera	1770	738337	2309456.998	739037	2308456.998	699574.4332	70
96	128	Capilla de Guadalupe	2522	748837	2307456.998	749537	2306456.998	699485.8716	70
97	129	Capilla de Guadalupe	2523	748837	2306456.998	749537	2305456.998	699485.8701	70
98	130	Capilla de Guadalupe	2572	749537	2307456.998	750237	2306456.998	699479.8327	70
99	131	Capilla de Guadalupe	2573	749537	2306456.998	750237	2305456.998	699479.8312	70
100	132	Capilla de Guadalupe	2574	749537	2305456.998	750237	2304456.998	699479.8296	70



101	133	Capilla de Guadalupe	2575	749537	2304456.998	750237	2303456.998	699479.8281	70
102	134	Capilla de Guadalupe	2576	749537	2303456.998	750237	2302456.998	699479.8266	70
103	135	Capilla de Guadalupe	2622	750237	2307456.998	750937	2306456.998	699473.7769	70
104	136	Capilla de Guadalupe	2623	750237	2306456.998	750937	2305456.998	699473.7754	70
105	137	Capilla de Guadalupe	2624	750237	2305456.998	750937	2304456.998	699473.7738	70
106	138	Capilla de Guadalupe	2625	750237	2304456.998	750937	2303456.998	699473.7723	70
107	139	Capilla de Guadalupe	2626	750237	2303456.998	750937	2302456.998	699473.7708	70
108	140	Capilla de Guadalupe	2672	750937	2307456.998	751637	2306456.998	699467.7042	70
109	141	Capilla de Guadalupe	2673	750937	2306456.998	751637	2305456.998	699467.7027	70
110	142	Capilla de Guadalupe	2674	750937	2305456.998	751637	2304456.998	699467.7012	70
111	143	Capilla de Guadalupe	2675	750937	2304456.998	751637	2303456.998	699467.6996	70
112	144	Capilla de Guadalupe	2676	750937	2303456.998	751637	2302456.998	699467.6981	70
113	145	Capilla de Guadalupe	2722	751637	2307456.998	752337	2306456.998	699461.6147	70
114	146	Capilla de Guadalupe	2723	751637	2306456.998	752337	2305456.998	699461.6132	70
115	147	Capilla de Guadalupe	2724	751637	2305456.998	752337	2304456.998	699461.6116	70
116	148	Capilla de Guadalupe	2725	751637	2304456.998	752337	2303456.998	699461.6101	70
117	149	Capilla de Guadalupe	2726	751637	2303456.998	752337	2302456.998	699461.6085	70
118	10	Capilla de Milpillás	741	723637	2288456.998	724337	2287456.998	699692.0088	70
119	11	Capilla de Milpillás	742	723637	2287456.998	724337	2286456.998	699692.0076	70
120	12	Capilla de Milpillás	743	723637	2286456.998	724337	2285456.998	699692.0063	70
121	15	Capilla de Milpillás	792	724337	2287456.998	725037	2286456.998	699686.5762	70
122	16	Capilla de Milpillás	793	724337	2286456.998	725037	2285456.998	699686.575	70
123	17	Capilla de Milpillás	842	725037	2287456.998	725737	2286456.998	699681.128	70
124	18	Capilla de Milpillás	843	725037	2286456.998	725737	2285456.998	699681.1267	70
125	5	Mezcala	660	722937	2319456.998	723637	2318456.998	699697.4608	70
126	6	Mezcala	661	722937	2318456.998	723637	2317456.998	699697.4595	70
127	7	Mezcala	662	722937	2317456.998	723637	2316456.998	699697.4583	70
128	8	Mezcala	710	723637	2319456.998	724337	2318456.998	699692.0466	70
129	9	Mezcala	711	723637	2318456.998	724337	2317456.998	699692.0453	70
130	13	Mezcala	761	724337	2318456.998	725037	2317456.998	699686.6142	70
131	14	Mezcala	762	724337	2317456.998	725037	2316456.998	699686.613	70
132	114	Ojo Agua Latillas	1842	739037	2287456.998	739737	2286456.998	699568.6169	70



133	115	Ojo Agua Latillas	1891	739737	2288456.998	740437	2287456.998	699562.8155	70
134	116	Ojo Agua Latillas	1892	739737	2287456.998	740437	2286456.998	699562.8141	70
135	117	Pegueros	1909	740437	2320456.998	741137	2319456.998	699557.0408	70
136	118	Pegueros	1959	741137	2320456.998	741837	2319456.998	699551.2045	70
137	119	Pegueros	1960	741137	2319456.998	741837	2318456.998	699551.2031	70
138	120	Pegueros	1961	741137	2318456.998	741837	2317456.998	699551.2017	70
139	121	Pegueros	1962	741137	2317456.998	741837	2316456.998	699551.2002	70
140	122	Pegueros	2010	741837	2319456.998	742537	2318456.998	699545.3499	70
141	123	Pegueros	2011	741837	2318456.998	742537	2317456.998	699545.3485	70
142	124	Pegueros	2060	742537	2319456.998	743237	2318456.998	699539.4798	70
143	125	Pegueros	2061	742537	2318456.998	743237	2317456.998	699539.4784	70
144	126	Pegueros	2109	743237	2320456.998	743937	2319456.998	699533.5943	70
145	127	Pegueros	2110	743237	2319456.998	743937	2318456.998	699533.5929	70
146	150	San José Gracia	2741	751637	2288456.998	752337	2287456.998	699461.5855	70
147	151	San José Gracia	2790	752337	2289456.998	753037	2288456.998	699455.4805	70
148	152	San José Gracia	2791	752337	2288456.998	753037	2287456.998	699455.4789	70
149	153	San José Gracia	2792	752337	2287456.998	753037	2286456.998	699455.4774	70
150	154	San José Gracia	2840	753037	2289456.998	753737	2288456.998	699449.357	70
151	155	San José Gracia	2841	753037	2288456.998	753737	2287456.998	699449.3555	70
152	156	San José Gracia	2842	753037	2287456.998	753737	2286456.998	699449.3539	70
153	157	San José Gracia	2890	753737	2289456.998	754437	2288456.998	699443.2167	70
154	158	San José Gracia	2891	753737	2288456.998	754437	2287456.998	699443.2152	70
155	159	San José Gracia	2892	753737	2287456.998	754437	2286456.998	699443.2136	70
156	160	San José Gracia	2940	754437	2289456.998	755137	2288456.998	699437.0596	70
157	161	San José Gracia	2941	754437	2288456.998	755137	2287456.998	699437.058	70
158	162	San José Gracia	2990	755137	2289456.998	755837	2288456.998	699430.8856	70
159	163	San José Gracia	2991	755137	2288456.998	755837	2287456.998	699430.884	70
160	0	Tecomatlán	248	716637	2281456.998	717337	2280456.998	699745.3851	70
161	1	Tecomatlán	297	717337	2282456.998	718037	2281456.998	699740.1238	70
162	2	Tecomatlán	298	717337	2281456.998	718037	2280456.998	699740.1226	70
163	3	Tecomatlán	347	718037	2282456.998	718737	2281456.998	699734.8444	70
164	4	Tecomatlán	348	718037	2281456.998	718737	2280456.998	699734.8433	70

Tabla 17. Programación de misiones vuelo utilizando polígonos georreferenciados. Elaboración propia

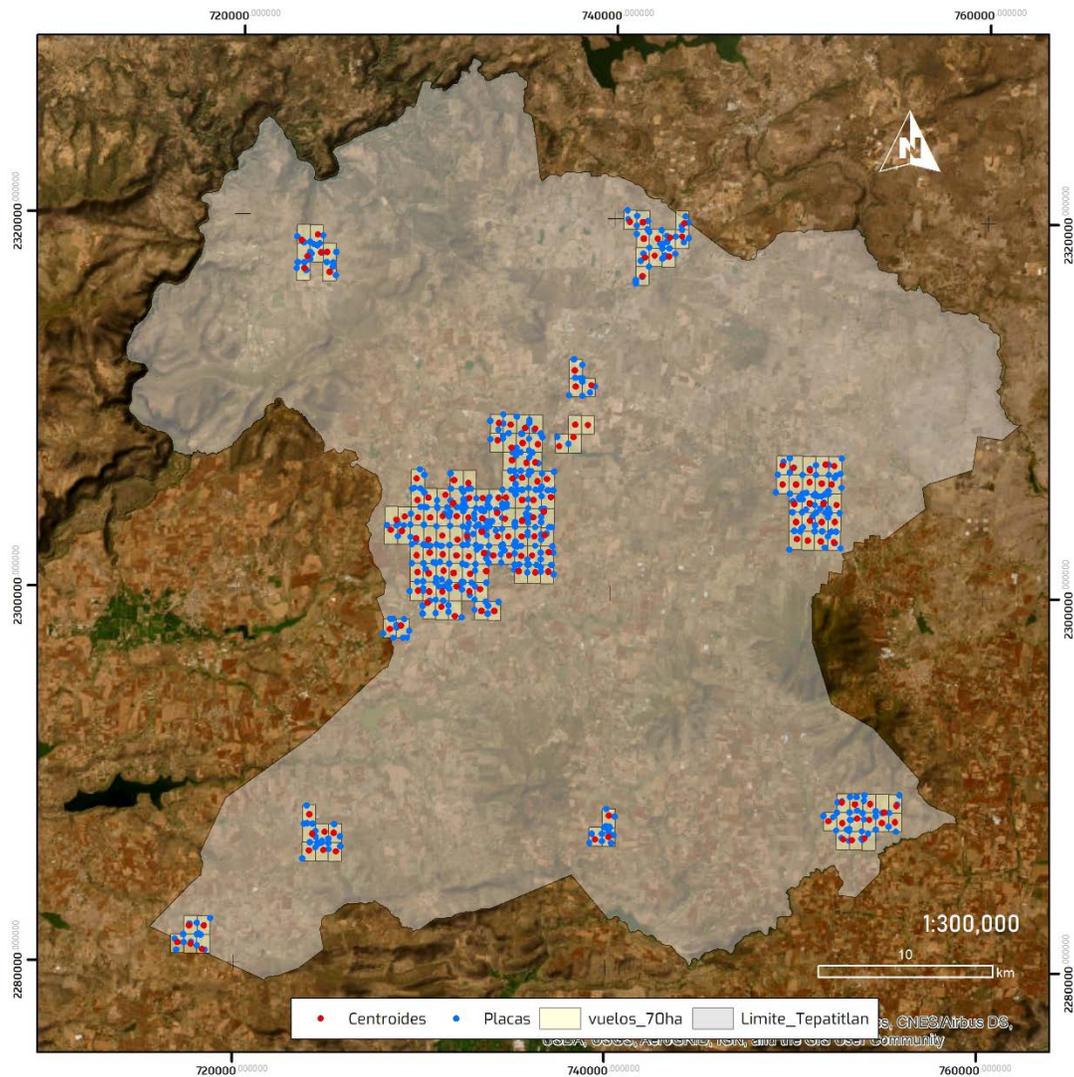


Ilustración 22. Programación de Misiones de Vuelos Fotogramétricos 2024. Elaboración propia

Localidad	Polígonos de Misiones de Vuelo	Hectáreas
Cabecera	95	6,650
Capilla de Guadalupe	22	1,540
Pegueros	11	770
San José de Gracia	14	980
Mezcala	7	490
Tecomatlán	5	350
Ojo de Agua de Latillas	3	210

Tabla 18. Numero de Misiones de Vuelo en Cabecera y Delegaciones.

La tabla anterior proporciona información detallada sobre el número de misiones de vuelo necesarias para cubrir polígonos específicos de 70 hectáreas en la cabecera y delegaciones.

1. Localidad: Indica el nombre de la localidad específica dentro del municipio.

2. Polígonos de Misiones de Vuelo: Representa el número de polígonos que se han identificado en cada localidad para llevar a cabo misiones de vuelo. Estos polígonos corresponden a áreas urbanas específicas que requieren cobertura aérea para actualización fotogramétrica.

3. Hectáreas: Muestra la extensión de cada localidad en hectáreas, específicamente, la superficie que se cubrirá con las misiones de vuelo. Este valor es de 70 hectáreas por polígono de misión de vuelo.

Se cubrirán un total de 10,990 (diez mil novecientos noventa) hectáreas en 157 polígonos de misiones vuelo de acuerdo a la siguiente clasificación:

- **Cabecera:** Se requieren 95 misiones de vuelo para cubrir un total de 6,650 hectáreas en la localidad de Cabecera.

- **Capilla de Guadalupe:** La localidad de Capilla de Guadalupe tiene 22 polígonos de misiones de vuelo, cubriendo un total de 1,540 hectáreas.

- **Pegueros:** Para la localidad de Pegueros, se identificaron 11 polígonos de misiones de vuelo, con un área total de 770 hectáreas.

- **San José de Gracia:** Se necesitan 14 misiones de vuelo para abarcar los 980 hectáreas de la localidad de San José de Gracia.

- **Mezcala:** La localidad de Mezcala cuenta con 7 polígonos de misiones de vuelo, cubriendo un área de 490 hectáreas.

- **Tecomatlán:** Se han identificado 5 polígonos de misiones de vuelo para cubrir un total de 350 hectáreas en Tecomatlán.

- **Ojo de Agua de Latillas:** Esta localidad requiere 3 misiones de vuelo para abordar un área de 210 hectáreas.

Ubicación	Vuelo	Base de Vuelo	Placas Geodesicas Permanentes	Placas Geodesicas Temporales
Tecomatlan	5	5	2	11
Capilla de Milpilllas	7	7	5	14
Ojo de Agua de Latillas	3	3	3	10

San Jose de Gracia	14	14	9	26
Capilla de Guadalupe	22	22	17	45
Pegueros	11	11	8	27
Mezcala	7	7	4	18
Tepatitlan de Morelos	95	95	73	200

Tabla 19. Puntos de control terrestre temporales y permanentes

Análisis Costo – Beneficio | Costo – Eficiencia

La implementación de este plan se somete a un riguroso análisis costo-beneficio y costo-eficiencia para evaluar su viabilidad económica y la eficacia en el uso de los recursos. A continuación, se detallan los elementos clave de este análisis:

1. Inversión Inicial:

- La adquisición del kit de fotogrametría representó una inversión inicial de \$800,000.00 MXN. Esta inversión se considera fundamental para la autonomía y sostenibilidad del plan, ya que permite realizar capturas periódicas sin depender de contratos externos.

2. Comparación con Adquisición Externa:

- En contraste, la adquisición de ortofotografías aéreas de un solo año (por ejemplo, 2024) mediante consultores externos costaría aproximadamente \$1'200,000.00 MXN. La posesión del kit de fotogrametría demuestra ser una estrategia rentable a mediano y largo plazo.

3. Beneficios a Corto, Mediano y Largo Plazo:

- Corto Plazo (1-2 años): Se espera una rápida actualización las ortofotografías en zonas urbanas, mejorando la precisión y eficiencia en la gestión de información geoespacial.

- Mediano Plazo (3-5 años): El kit de fotogrametría permitirá actualizaciones periódicas, contribuyendo a la planificación y toma de decisiones municipales.

- Largo Plazo (6-10 años): La posesión del kit garantiza una fuente continua de información actualizada, optimizando la planificación urbana y territorial a largo plazo.

4. Eficiencia Operativa:

- La autonomía en la captura de ortofotografías mejora la eficiencia operativa, eliminando la dependencia de terceros y permitiendo ajustes según las necesidades municipales, tanto para proyectos de obra pública como para otras áreas del ayuntamiento.

5. Beneficios Adicionales:

- La resolución obtenida de 2 centímetros por píxel de ground simple distance (GSD) asegura detalles precisos, beneficiando áreas como el catastro, el desarrollo urbano, y la gestión de obras públicas.

Requerimientos 2024 para la implementación del “Plan”

#	Insumo	Dependencia	Prioridad
1	1 COMPUTADORA DE ESCRITORIO CON ALMACENAMIENTO SSD 2TB, GRÁFICOS NVIDIA GEFORCE RTX 3090 TI, MEMORIA RAM 32GB DDR5, PROCESADOR AMD RYZEN 9 7900X, SISTEMA OPERATIVO WINDOWS 11, TECLADO, FUENTE DE PODER, MOUSE, MONITOR DE 34.1"	Informática	Alta
2	DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN DE INSUMOS FOTOGRAMÉTRICOS. SYNOLOGY SERVIDOR NAS DISKSTATION DS923+ DE 4 BAHÍAS, AMD RYZEN R1600 2.60GHZ, 4GB DDR4, 2X USB 3.2, NEGRO,	Informática	Alta
3	1 DISCO DURO PARA NAS SEAGATE IRONWOLF PRO 3.5" DE 1 A BAHÍAS ILIMITADAS, 20TB, SATA III, 6GBIT/S, 7200RPM, 256MB CACHÉ	Informática	Alta
4	2 MEMORIA RAM DE 32 GB 4800 MHZ DDR5	Informática	Alta
5	VINCULACIÓN Y MONTAJE DE ORTOFOTOGRAFÍAS EN LA PLATAFORMA DE VISOR URBANO	Informática	Alta

Tabla 20. Requerimientos de insumos en 2024 para la implementación del Plan. IMPLAN 2024

Conclusiones

Conclusiones sustanciales que inciden en diversos aspectos clave para el desarrollo geoespacial y la gestión territorial en el municipio de Tepatitlán de Morelos:

1. Decisión Estratégica y Sostenibilidad: La adquisición del kit de fotogrametría se revela como una decisión estratégica que, además de otorgar autonomía en la captura de ortofotografías, garantiza la sostenibilidad del programa a largo plazo. La inversión inicial en esta tecnología se justifica al considerar su potencial para actualizaciones periódicas sin depender de contratos externos.

2. Eficiencia Operativa y Alta Resolución: La meticulosa planificación de las misiones de vuelo y la obtención de una resolución de 2 centímetros por píxel de ground simple distance (GSD) evidencian la eficiencia operativa del plan y la capacidad para capturar detalles cartográficos con una precisión excepcional.



3. Aplicaciones Multidisciplinarias y Desarrollo Integral: Los beneficios del plan trascienden las fronteras del catastro municipal, influyendo positivamente en áreas como el ordenamiento territorial, la gestión de obras públicas y la actualización de instrumentos de planeación. La resolución obtenida promete ser una herramienta invaluable para la toma de decisiones informadas en diversas esferas municipales.

4. Optimización Financiera y Rentabilidad a Largo Plazo: El análisis costo-beneficio y costo-eficiencia respalda la optimización de los recursos financieros al evitar costos recurrentes asociados con contratos externos para la adquisición de ortofotografías. La inversión en el kit de fotogrametría se presenta como rentable a largo plazo, considerando la capacidad de captura continua y la actualización periódica de la cartografía.

El "Plan Municipal de Ortofotografías Aéreas 2024" se erige como una iniciativa integral y visionaria que no solo robustece la infraestructura cartográfica del municipio, sino que también se proyecta como un habilitador clave para la planificación territorial, la toma de decisiones y el desarrollo sostenible a lo largo del tiempo. Este enfoque basado en evidencia y estrategias de implementación cuidadosamente planificadas establece un paradigma significativo para el progreso geoespacial local.

Glosario de términos:

DJI Matrice 300 RTK: Es un dron de la marca DJI con capacidad de vuelo autónomo y sistema RTK para mayor precisión en su posicionamiento.

· *Batería inteligente DJI TB60:* Es una batería diseñada para el DJI Matrice 300 RTK, con una capacidad de hasta 38 minutos de vuelo.

· *Base de carga DJI BS60:* Es una base de carga para las baterías TB60 del DJI Matrice 300 RTK, que permite cargar varias baterías al mismo tiempo.

· *Cámara DJI Zenmuse P1 CMOS 45 MP:* Es una cámara de alta resolución para el DJI Matrice 300 RTK, capaz de capturar imágenes de alta calidad para su posterior procesamiento.

· *Radar CSM DJI para Matrice 300:* Es un dispositivo que se instala en el DJI Matrice 300 RTK para detectar objetos cercanos y evitar colisiones durante el vuelo.

· *Licencia 3DSurvey perpetua para 1 equipo:* Es una licencia de software para el procesamiento de datos de fotogrametría y modelado 3D a partir de imágenes aéreas.

· *Sistema GNSS eSurvey E800H + E300 Pro c/UT12 y SurPad:* Es un sistema de posicionamiento por satélite de alta precisión para la recopilación de datos geoespaciales.



- *Computadora con almacenamiento SSD 2TB, NVIDIA GeForce RTX 3090 Ti, memoria RAM 32GB DDR5 y procesador AMD Ryzen 9 7900X:* Es una computadora de alta gama diseñada para el procesamiento de datos y gráficos de alta calidad.
- *Monitor LCD 86.6cm (34.1") WQHD LED – 21:9:* Es un monitor de alta definición utilizado para la visualización de imágenes y datos de alta calidad.
- *Radio externo eSurvey TRU35 de 30 watts:* Es un equipo de radio utilizado para la transmisión de datos y comunicación en terreno.
- *Catastro municipal:* Es un registro que contiene información detallada sobre los bienes inmuebles y la propiedad territorial de un municipio.
- *Fotogrametría:* Es el proceso de recopilación de datos geoespaciales a través de fotografías aéreas y su posterior procesamiento.
- *Georeferenciación:* Es el proceso de asignar coordenadas geográficas a un objeto o lugar en un mapa o imagen.
- *Modelado 3D:* Es el proceso de crear una representación tridimensional de un objeto o terreno a partir de datos de fotogrametría y otros datos geoespaciales.
- *Ordenamiento territorial:* Es el proceso de planificación y regulación del uso del suelo en un área determinada, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y equilibrado.
- *Desarrollo urbano:* Es el proceso de planificación y diseño de áreas urbanas, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y fomentar el desarrollo económico y social.
- *Desarrollo rural:* Es el proceso de planificación y diseño de áreas rurales, con el objetivo de fomentar el desarrollo económico y social de las comunidades rurales.
- *Proyectos:* Son planes detallados y específicos para llevar a cabo una tarea o actividad determinada.
- *Ortofotomosaico:* Imagen aérea georeferenciada que se ha corregido para eliminar la distorsión de la perspectiva y la topografía del terreno, de manera que presenta una escala uniforme en toda la superficie de la imagen.
- *Punto de control:* Un punto con coordenadas conocidas en el terreno que se utiliza como referencia para georeferenciar imágenes y crear modelos topográficos precisos.
- *GNSS:* Sistema global de navegación por satélite que permite la determinación de la posición y velocidad de un receptor en cualquier parte del mundo con una precisión muy alta.



- *RTK: Kinemática en tiempo real.* Un sistema de posicionamiento que utiliza correcciones de señal en tiempo real para mejorar la precisión de la posición de un receptor GNSS.
- *Lidar:* Tecnología de teledetección que utiliza pulsos láser para medir la distancia entre un emisor de luz y un objeto o superficie. Es útil para crear modelos 3D de alta resolución de terrenos y objetos.
- *Radiómetro:* Instrumento utilizado para medir la intensidad de la radiación electromagnética en diferentes longitudes de onda. En la fotogrametría, se utiliza para propiedades físicas.
- *Píxel:* La unidad más pequeña de una imagen digital. Un píxel tiene un valor numérico que representa el color o intensidad de luz en una determinada ubicación de la imagen.
- *UAV:* Vehículo aéreo no tripulado. Un avión o helicóptero controlado de forma remota que puede llevar una cámara u otros sensores para capturar imágenes y datos aéreos.
- *Computadora de procesamiento:* Una computadora de alta capacidad de procesamiento y almacenamiento que se utiliza para procesar grandes cantidades de datos, como imágenes aéreas, para crear modelos digitales del terreno y mapas.
- *Ortofoto:* Una imagen georreferenciada y corregida que se asemeja a una fotografía aérea, pero que no tiene distorsión de la perspectiva y es utilizada para crear mapas y para estudiar la superficie terrestre.

Referencias bibliográficas:

- García, M., López, J., & Martínez, A. (2018). "Uso de Ortofotografías Aéreas en la Planificación Urbana: El Caso de Barcelona." *Journal of Geospatial Planning*, 15(3), 245-263.
- Smith, P., Johnson, L., & Brown, A. (2020). "Evaluación del Impacto de las Ortofotografías Aéreas en la Gestión Territorial: Caso de Estudio en Vancouver." *International Journal of Geospatial Information Science*, 22(2), 112-130.
- González, R., Rodríguez, E., & Martínez, C. (2017). "Implementación de un Sistema de Información Geográfica con Ortofotografías Aéreas en el Estado de Jalisco, México." *Revista Mexicana de Ciencias Geoespaciales*, 10(1), 45-62.
- DJI. (2021). Matrice 300 RTK - DJI. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.dji.com/matrice-300-rtk>
- DJI. (2021). Zenmuse P1 - DJI. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.dji.com/zenmuse-p1>

eSurvey. (s.f.). eSurvey E800H. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://eSurvey.mx/productos/eSurvey-e800h/>

NVIDIA. (2021). GeForce RTX 3090 Ti. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.nvidia.com/es-la/geforce/graphics-cards/30-series/rtx-3090-ti/>

Microsoft. (2021). Windows 11. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.microsoft.com/es-mx/windows/windows-11>

3Dsurvey. (2021). 3Dsurvey - Photogrammetry software for land surveying. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.3dsurvey.si/>

Sokkia. (s.f.). BDC71. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de <https://www.sokkia.com.mx/producto/bateria-recargable-bdc71/>

Anexos

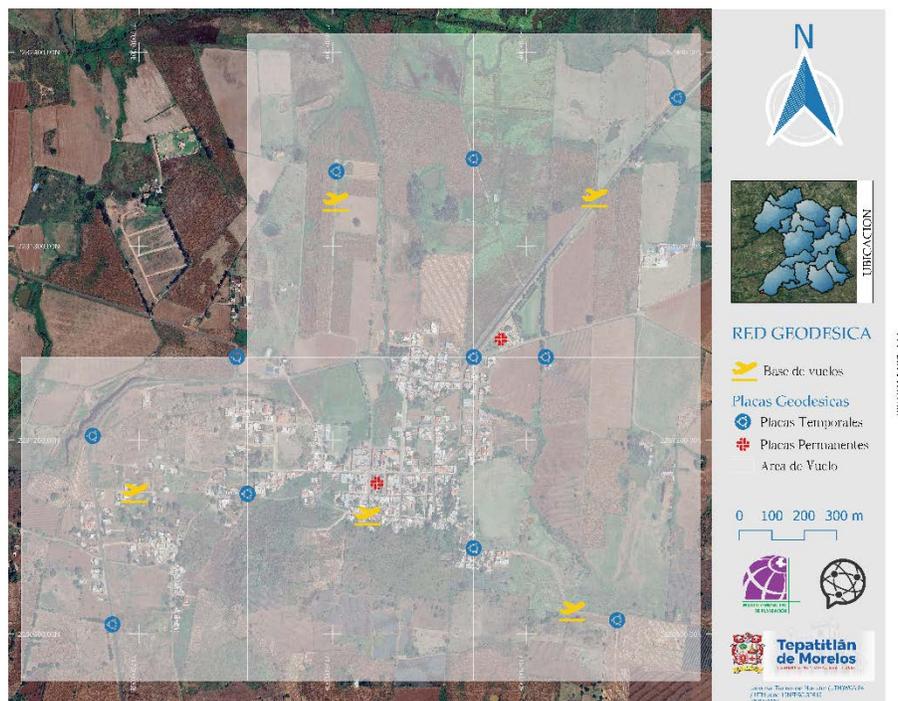


Ilustración 23. Misiones de vuelo. Delegación Tecamatlán

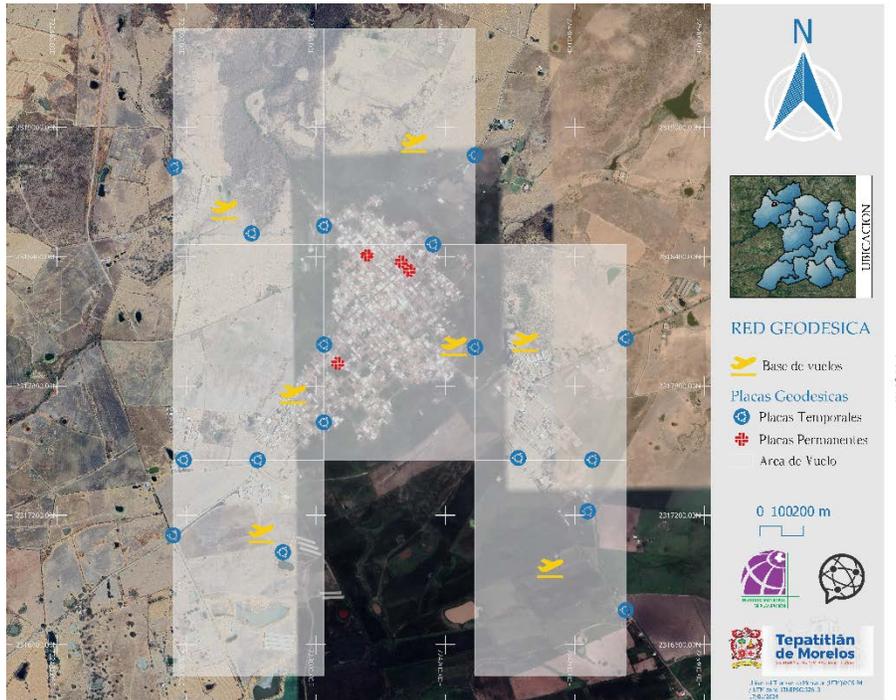


Ilustración 25. Misiones de vuelo. Delegación Mezcala

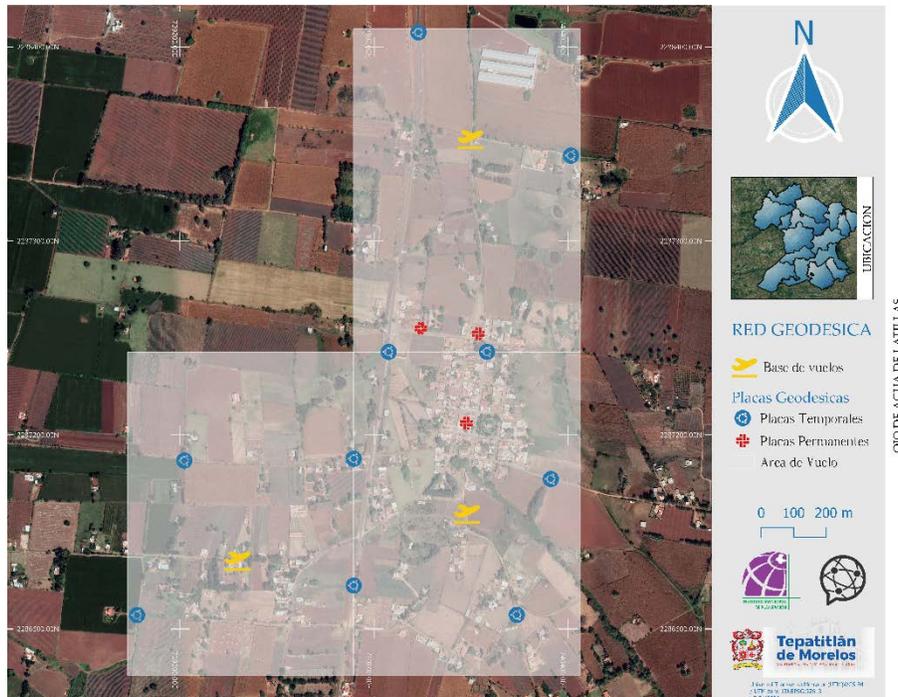


Ilustración 24. Misiones de vuelo. Ojo de Agua de Latillas

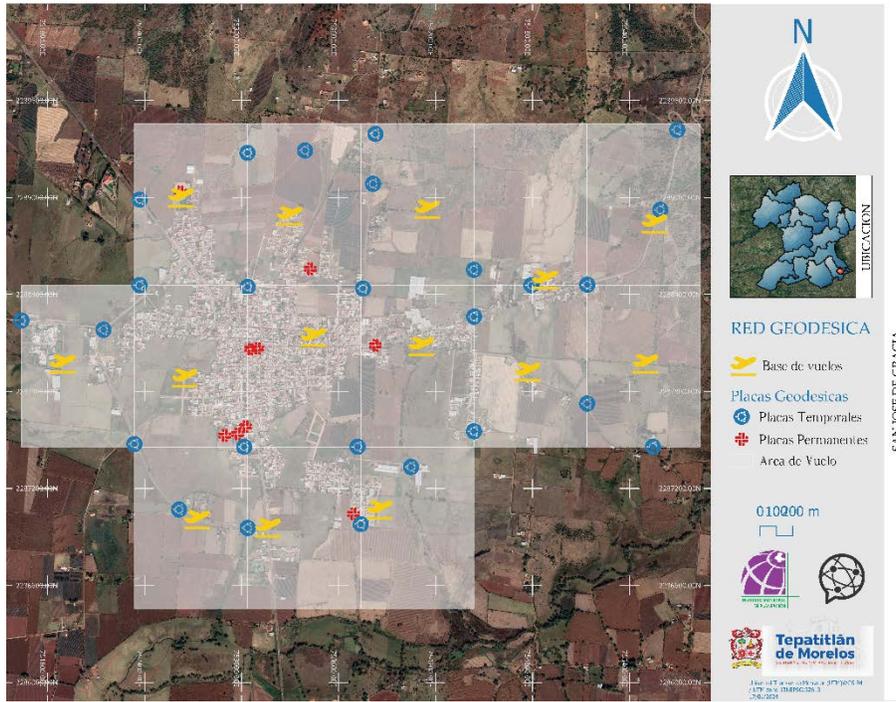


Ilustración 27. Misiones de vuelo. Delegación San José de Gracia

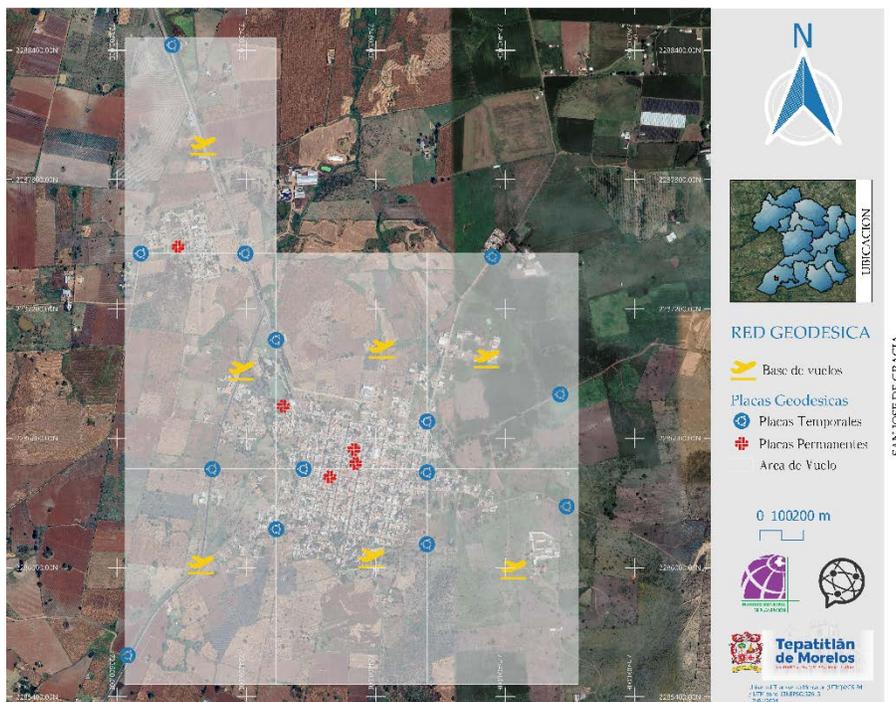


Ilustración 26. Misiones de vuelo. Delegación Capilla de Milpillás

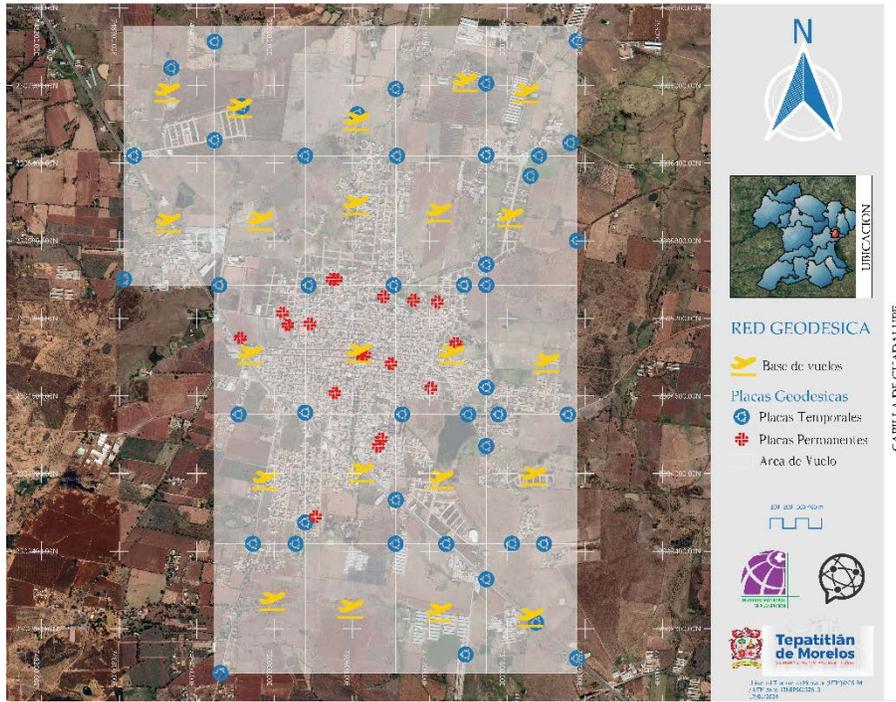


Ilustración 29. Misiones de Vuelo. Delegación Capilla de Guadalupe

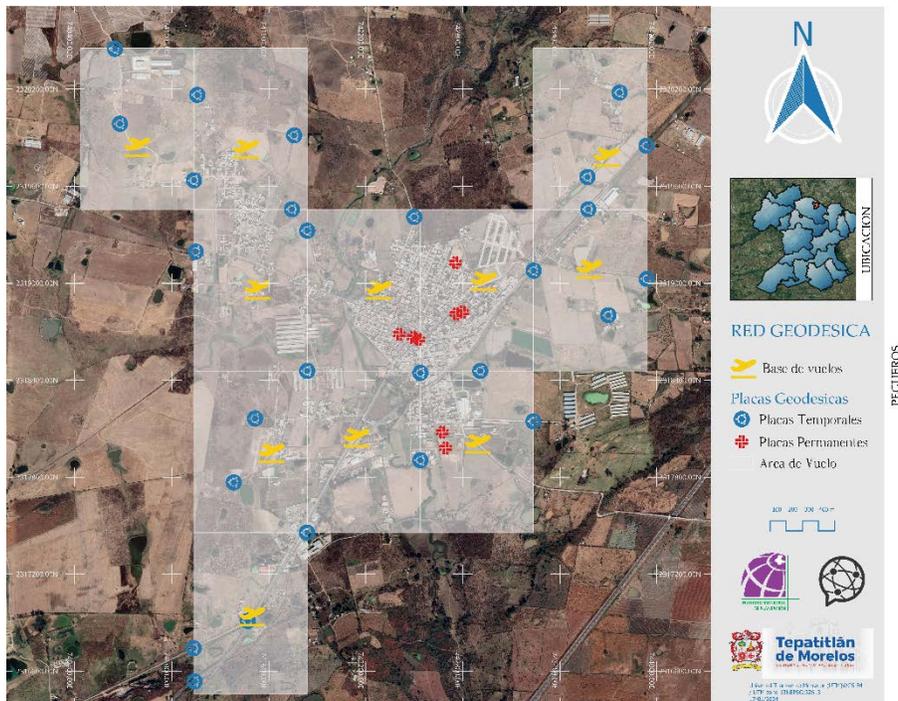


Ilustración 28. Misiones de Vuelo. Delegación Pegueros

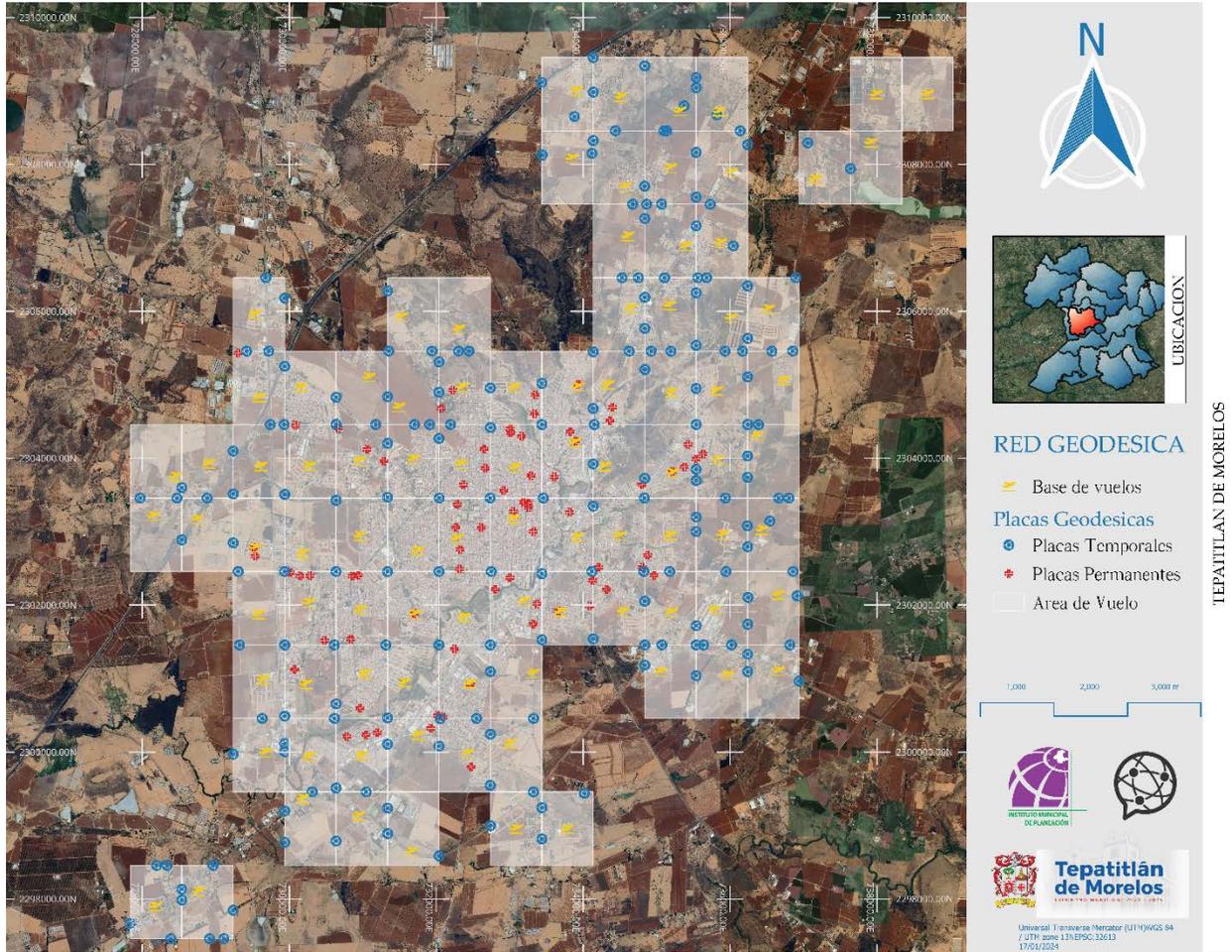


Ilustración 30. Misiones de vuelo. Cabecera Municipal

PLAN MUNICIPAL DE **ORTOFOTOGRAFÍA AEREA** 2024

TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO

