

Mapas de imágenes aéreas: herramientas para el conocimiento del territorio

Antonella Carena¹, Francisco Gaguine¹, Fernando Galarza¹ y Hernan Morales¹

¹Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), Ministerio de Economía y Gestión Pública; Rivera Indarte 748, Córdoba, 5000.

Email: antocarena2024@gmail.com

Resumen:

El siguiente trabajo presenta la generación y publicación en el geoportal Mapas Córdoba de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia (IDECOR) de dos productos cartográficos claves para el análisis territorial en la provincia: un mapa de imágenes aerofotogramétricas históricas y otro de vuelos recientes e imágenes satelitales de alta resolución.

Su desarrollo y publicación fue posible gracias a la articulación entre IDECOR, la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHI), la Dirección General de Catastro (DGC), y la comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), que colaboran en promover el acceso abierto a la información geoespacial y el fortalecimiento de las capacidades de gestión territorial.

El primer mapa cuenta con 1.700 imágenes digitalizadas de las décadas de 1970-1980-1990, georreferenciadas y puestas a disposición pública en acceso abierto. El segundo mapa integra un vuelo realizado en 2021 sobre el Gran Córdoba, con resolución de 12 cm, y una cobertura satelital reciente sobre 103 localidades, alcanzando unas 668.822 hectáreas urbanas.

Estos productos disponibles en línea constituyen un valioso insumo para el análisis multitemporal de transformaciones territoriales, urbanas y ambientales y permiten un análisis preciso del estado actual del territorio, facilitando tareas de planificación, monitoreo y diagnóstico.

La experiencia demuestra el potencial de la articulación entre registros históricos y actuales y destaca la importancia estratégica de sostener el esfuerzo y trabajo de sistematización, digitalización y actualización continua.

Palabras clave: *fotogrametría, georreferenciación, planificación territorial, mapas históricos.*

INTRODUCCIÓN

Los vuelos aerofotogramétricos constituyen una fuente fundamental para el análisis y la comprensión de la evolución del territorio. A lo largo de las décadas, esta técnica ha permitido generar registros visuales sistemáticos que, al ser georreferenciados y analizados, ofrecen una valiosa reconstrucción de paisajes y dinámicas territoriales. En Argentina, los primeros antecedentes se remontan a 1919, cuando la Aviación Naval comenzó a registrar vistas aéreas de maniobras navales. En 1929 se realizó el primer relevamiento aerofotogramétrico con fines cartográficos sobre el área de Morón, provincia

de Buenos Aires, a escala 1:25.000. Instituciones como el entonces Instituto Geográfico Militar (actual Instituto Geográfico Nacional) y la Aviación Naval desempeñaron un rol pionero en estos trabajos, desarrollando técnicas fotogramétricas desde principios del siglo XX. Los relevamientos aerofotogramétricos realizados en la década de 1920 por la Aviación Naval marcan un antecedente clave (Gebhard, 2013). También se tiene registro de empresas privadas que operaron en el país hacia fines de la década de 1920, como Aerovistas y Aviofoto, incluyendo la realización de un plano aerofotográfico de la ciudad de Córdoba para la municipalidad en 1927.

En este artículo se presentan dos productos cartográficos publicados y disponibles en el geoportal Mapas Córdoba¹ con conjuntos de información aerofotográfica correspondientes a la provincia de Córdoba: por un lado, un mapa integrado por imágenes de vuelos realizados entre 1970 y 1990; por otro, registros contemporáneos obtenidos mediante tecnología actual, que incluyen un vuelo realizado en 2021 e imágenes satelitales de alta resolución. Lejos de establecer una comparación directa entre estos productos, el enfoque del trabajo se centra en su complementariedad.

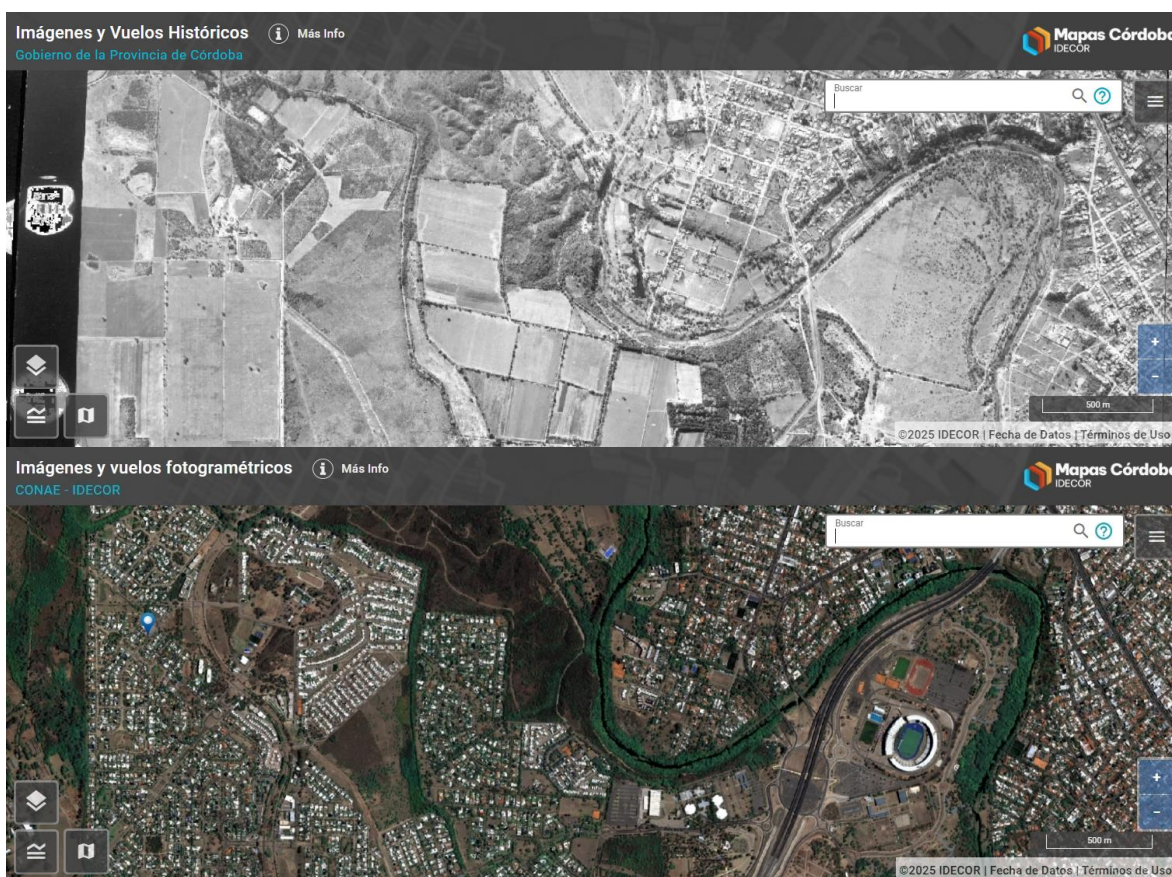


Figura 1. Comparación de la zona noroeste de la ciudad de Córdoba: imagen aérea de los años 70 e imagen del año 2023. Fuente: elaboración propia (2025)

Las imágenes fotogramétricas georreferenciadas, especialmente las de carácter histórico, constituyen una herramienta fundamental para el análisis territorial en el tiempo, ofreciendo.

¹Mapas disponibles en: *Imágenes y vuelos fotogramétricos* – <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/357>; *Imágenes y vuelos históricos* – <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/568>

Permite ofrecer una visión retrospectiva detallada que permite identificar transformaciones urbanas, cambios en el uso del suelo, evolución de la infraestructura y alteraciones en las condiciones naturales como cursos de agua, áreas de monte nativo o superficies cultivadas. Esta información es de gran utilidad en diversas disciplinas, como agrimensura, geología, urbanismo, ciencias ambientales, agronomía, ingeniería civil, historia, geografía, arqueología, entre otras.

Los vuelos históricos permiten realizar el monitoreo de procesos como la expansión urbana y los cambios en el uso del suelo. Por su parte, los vuelos recientes permiten un análisis preciso del estado actual del territorio, abriendo nuevas posibilidades en cuanto a planificación, gestión y seguimiento. La integración de ambas fuentes de información (histórica y actual) resulta especialmente valiosa, permitiendo no solo comprender las dinámicas pasadas, sino también proyectar escenarios futuros con mayor fundamento basado en la observación de los patrones y cambios territoriales.

El objetivo del trabajo es compartir la experiencia de digitalización, georreferenciación y puesta a disposición pública del material, subrayando su potencial para la generación de conocimiento espacial y su aplicabilidad en múltiples campos.

MAPA DE IMÁGENES Y VUELOS HISTÓRICOS

El [Mapa de Imágenes y Vuelos Históricos](#) de la provincia de Córdoba constituye un recurso cartográfico innovador que permite acceder a un archivo de gran valor documental y relevancia técnica. Este proyecto reúne más de 15.000 fotografías aéreas tomadas en vuelos fotogramétricos realizados entre los años 1962 y 1996, que fueron tomadas con el objetivo de actualizar la cartografía y el registro catastral provincial. Hasta la fecha, del total se han procesado y publicado aproximadamente 1.700 imágenes, las cuales cubren alrededor del 13% de la superficie provincial, lo que equivale a unas 2.300.000 hectáreas distribuidas en los departamentos de Calamuchita, Capital, Colón, Cruz del Eje, Ischilín, Punilla, Río Cuarto, Río Primero, Río Seco, Río Segundo, Santa María, Sobremonte, Totoral y Tulumba. Esta primera publicación ofrece una valiosa base de datos para la gestión territorial, y se prevé la incorporación periódica de nuevas imágenes hasta completar el total del repositorio disponible, ampliando progresivamente el área cubierta de la provincia. Además de la visualización del mapa y de las imágenes con sus respectivos atributos, cada fotografía georreferenciada puede descargarse individualmente en formato GeoTIFF, lo que permite su utilización directa en entornos *SIG* y otros sistemas de análisis geoespacial. Las imágenes que componen este mapa fueron obtenidas a partir de vuelos aerofotogramétricos realizados en las décadas de 1970, 1980 y 1990, denominados "SPARTAN", "CAPITAL" y "CBA-CBA NORTE". Las fotografías de Córdoba y Córdoba Norte, son copias de contacto a una escala 1:50.000, tomadas con una cámara WILD RC 10 con una distancia focal de 153.19 mm. Las fotografías correspondientes al vuelo Spartan se encuentran a escala 1:20.000 y las imágenes sobre Córdoba Capital posteriores a 1990 están en escala 1:5.000. Cada imagen contiene información complementaria como fecha, nombre del vuelo, escala, altitud, y localización precisa. Estas características técnicas, junto a la organización sistemática del vuelo en bandas paralelas y la presencia de elementos geométricos en los márgenes, posibilitan su uso en estudios de análisis estereoscópico y reconstrucción tridimensional del terreno. Las imágenes estaban archivadas en el Departamento de Aerofotogrametría de la DGC. Posteriormente, fueron transferidas a APHRI donde se inició el proceso de escaneo y georreferenciación de aproximadamente 700 imágenes. A mediados de 2024, IDECOR

asume el trabajo de georreferenciación, logrando incorporar más de 1.000 imágenes adicionales. Estas se sumaron al conjunto ya procesado, ampliando de manera significativa la base de datos disponible. A los efectos de la elaboración y publicación del mapa, este proceso implicó además la generación de mosaicos, la delimitación de polígonos, la asignación de metadatos y su vinculación con otras capas espaciales disponibles en el geoportal Mapas Córdoba.

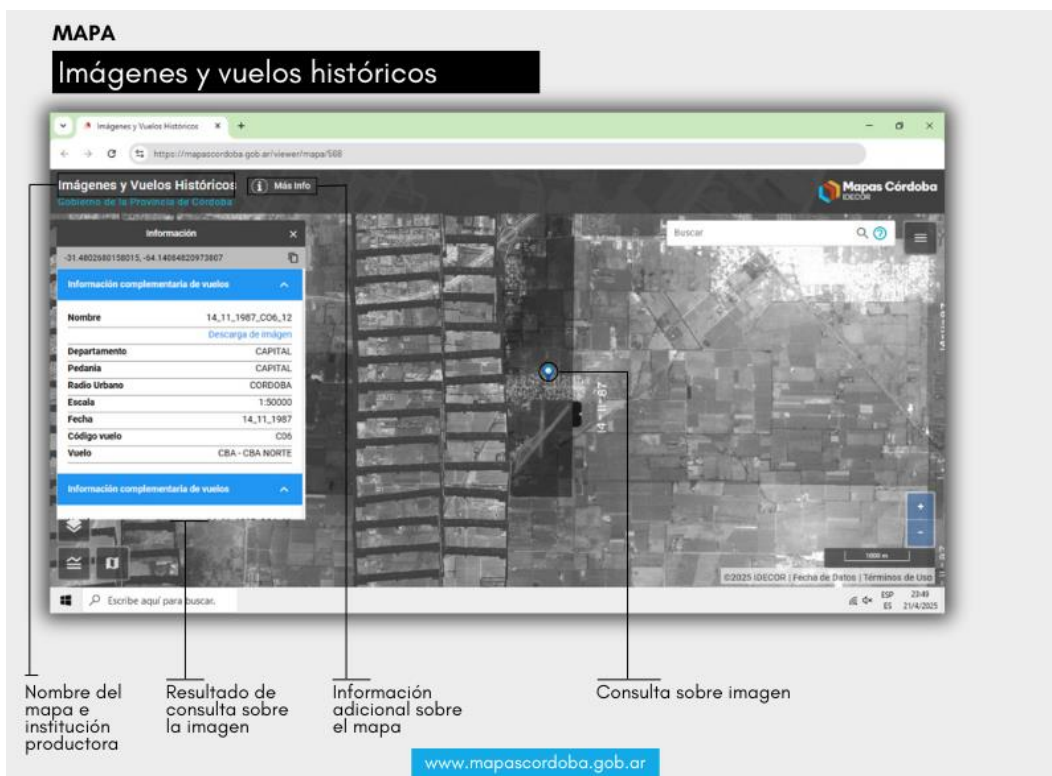


Figura 2. Consulta en el mapa de Imágenes y vuelos históricos. Fuente: elaboración propia (2025)

Este esfuerzo representa no sólo la conservación de la memoria geográfica del territorio, sino también su democratización. Al estar disponible con acceso abierto, el mapa permite a diversos actores (técnicos, académicos, institucionales y ciudadanos) realizar análisis históricos del paisaje, estudiar dinámicas urbanas, reconstruir procesos ambientales, e incluso satisfacer demandas judiciales vinculadas con litigios territoriales. De este modo se convierte en una herramienta estratégica para la gestión del territorio y para la construcción colectiva del conocimiento geoespacial. La continuidad del proyecto de georreferenciación de imágenes históricas representa un esfuerzo sostenido a mediano y largo plazo, orientado no solo a conservar un valioso conjunto técnico-documental, sino también a ponerlo en valor mediante su integración en la plataforma de IDECOR. En este sentido, aún resta digitalizar más de 40 cajas de material, y se estima que, una vez completado el proceso, el mapa contará con más de 15.000 imágenes publicadas, ampliando el potencial análisis multitemporal.

MAPA DE VUELOS E IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN

Vuelo Gran Córdoba 2020-2021

En complemento con el archivo histórico, el desarrollo de vuelos aerofotogramétricos contemporáneos aporta una dimensión innovadora en la generación y actualización de datos espaciales.

A fines de 2020 el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba firmó un Convenio de Cooperación con la firma Agrisat, en el marco del cual se llevó adelante un vuelo fotogramétrico de carácter experimental en el Gran Córdoba, a una resolución de 12 cm. La operación tuvo por como objetivo evaluar y calibrar el nuevo equipamiento fotogramétrico y, como parte de la vinculación, los resultados fueron puestos a disposición a toda la comunidad de usuarios de IDECOR para su visualización a través de un mapa en línea - [Imágenes y Vuelos Fotogramétricos](#) - en el geoportal Mapas Córdoba.



Figura 3. Mapa en línea - Imágenes y vuelos fotogramétricos. Fuente: elaboración propia (2025)

El vuelo fue realizado en febrero de 2021 y cubrió una extensión de casi 80.000 Ha. Como resultado, se obtuvo un mosaico aerofotogramétrico georreferenciado y ortorrectificado, con un píxel de 12 cm de resolución nominal. Conforme a verificaciones de campo realizadas con equipamiento GNSS y post proceso con la estación permanente UCOR en 4 sectores del mosaico fotogramétrico la exactitud posicional alcanzada se estimó en +/- 54 cm. Con el objetivo de evaluar el desempeño de un nuevo sistema de adquisición de imágenes aéreas, se eligió como zona de prueba el área del Gran Córdoba, debido a la diversidad de situaciones presentes en su territorio. Esta región combina sectores urbanos con edificios en altura, áreas naturales, zonas periurbanas en transformación y nuevas obras de infraestructura. Esta heterogeneidad permite detectar de manera más clara eventuales fallos en los registros, algo que no siempre es posible en entornos rurales homogéneos o pequeños poblados.

El relevamiento fue realizado utilizando el sensor fotogramétrico Aeroptic GeoPOD 2.5, desarrollado por la empresa Jacobs Company. Se trata de un sistema de adquisición de imágenes de bajo costo, diseñado para ser montado externamente en aeronaves pequeñas, mediante un soporte ad-hoc especialmente elaborado para este propósito. Esta versatilidad lo convierte en una herramienta accesible para operaciones ágiles de captura aerofotogramétrica.

La operación del sensor fue completamente automatizada. Las imágenes se capturaron en función de la posición proporcionada por un sistema GNSS embarcado y el plan de vuelo previamente definido. Este enfoque reduce significativamente la intervención manual y mejora la sistematicidad de los registros. Como parte de la campaña realizada en Córdoba, se incorporó la prueba de una nueva Unidad de Medición Inercial (IMU), un dispositivo electrónico que registra en cada toma los datos de velocidad, orientación y aceleraciones, incluyendo las fuerzas gravitacionales actuantes. Estos datos permiten corregir automáticamente errores de orientación interna y externa en las imágenes. El procesamiento de las imágenes incluyó la ortorrectificación mediante un Modelo Digital de Elevación (MDE), que permite corregir las distorsiones generadas por las variaciones del relieve y la inclinación de la cámara durante la captura. Además, se empleó un Modelo Digital de Terreno (MDT) de 5 metros de resolución, provisto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), lo que permitió reducir el solapamiento entre tomas y optimizar el tiempo de vuelo. Gracias a esta eficiencia, el relevamiento completo del Gran Córdoba se realizó en tan solo seis horas, obteniendo un producto final de alta calidad, con buena precisión geométrica y tonalidad homogénea.

Cabe destacar que la diferencia entre ambos modelos radica en su contenido: el MDE incluye todas las estructuras presentes sobre el terreno, como edificaciones y vegetación, mientras que el MDT representa únicamente la superficie terrestre "limpia", es decir, sin elementos antrópicos ni cobertura vegetal (Instituto Geográfico Nacional, 2025)

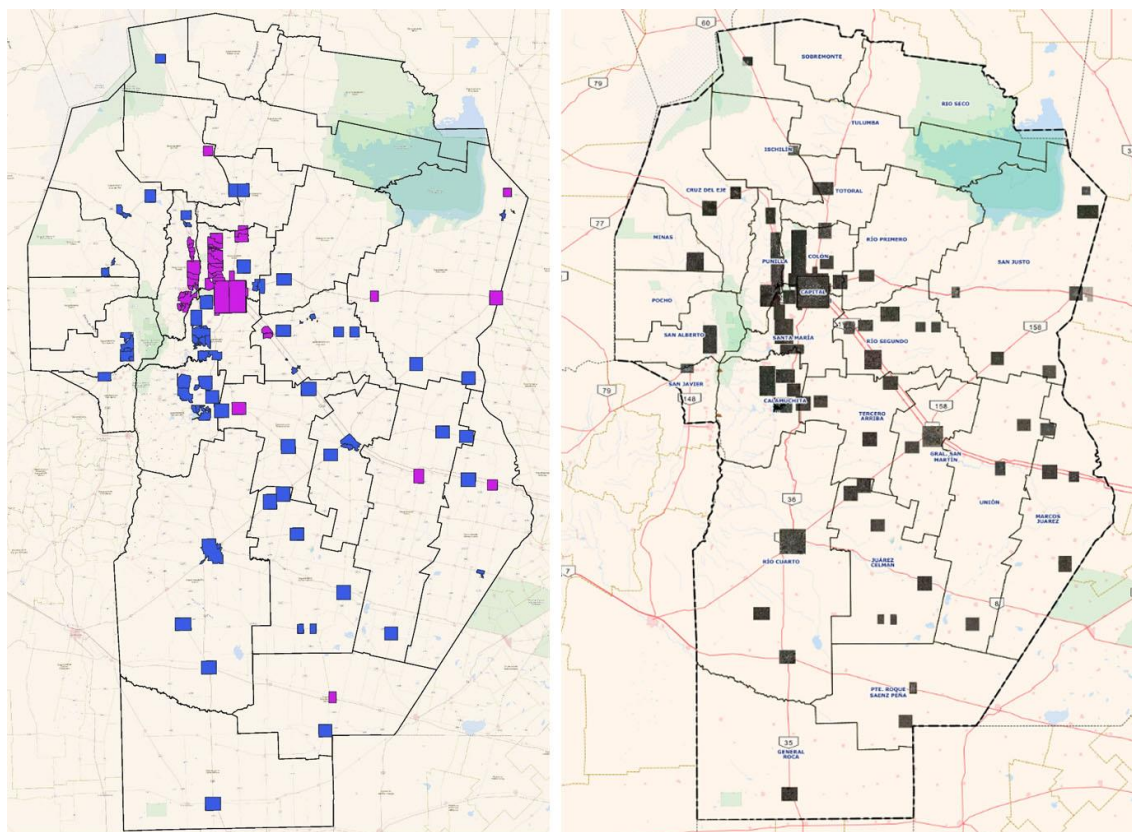
Imágenes satelitales de alta resolución

Para mayo del año 2023, en el marco del acuerdo con la CONAE para el acceso a productos satelitales y el uso de imágenes de alta resolución espacial, IDECOR actualiza el Mapa de Imágenes y Vuelos Fotogramétricos que alcanza una cobertura de más de 280.000 Ha. en zonas urbanas de la provincia de Córdoba sumando al mapa imágenes de alta resolución (2022) 33 localidades de la provincia. Posteriormente, en noviembre del mismo año, CONAE e IDECOR ampliaron la cobertura del mapa publicado a 608.000 Ha, sumando 55 nuevas áreas urbanas de la provincia y totalizando así 103 localidades con imágenes satelitales (2023), con una resolución espacial de entre 50 y 30 cm. Con estas mejoras, los usuarios del mapa disponen de acceso a imágenes Pléiades y Pléiades Neo, de la firma Airbus, en 103 localidades -de antigüedad menor a tres años- y que cubren 668.000 hectáreas, lo que equivale al 61% de la superficie urbana de la provincia.



Figura 4. Comparación entre la imagen disponible de Esri Satellite y la obtenida por CONAE 2022. Zona Agua de Oro, provincia de Córdoba. Fuente: elaboración propia (2023)

Además de estar disponibles en el geoportal Mapas Córdoba, las imágenes también se encuentran disponibles como geoservicios WMTS provistos por CONAE, que pueden consumirse desde herramientas *SIG*, integrándose con otros recursos disponibles en la IDE, como parcelario catastral, normativa urbana, etc.



*Figura 5. Áreas urbanas con imágenes de alta resolución en la Provincia de Córdoba. Izq. Clasificadas por año, violeta (2022), azul (2023). Der. Localidades cubiertas con las imágenes.
Fuente: elaboración propia (2023)*

CONCLUSIONES

La integración de vuelos aerofotogramétricos históricos con registros actuales de alta resolución permite construir una visión territorial de largo alcance, articulando el pasado con el presente. A través de esta complementariedad, se habilitan nuevas posibilidades para la investigación, la gestión y la planificación del territorio. En este sentido, estos mapas publicados tienen aplicaciones directas en diversos campos: desde la planificación urbana y el diseño de infraestructuras, hasta la gestión de recursos naturales y la resolución de conflictos territoriales. Por ejemplo, pueden usarse para identificar cambios en la ocupación del suelo, planificar la expansión de servicios básicos, realizar estudios de impacto ambiental, o incluso servir como prueba documental en casos legales relacionados con la tenencia de tierras. Por su parte, los vuelos recientes aportan una herramienta de precisión para analizar la situación actual del territorio, con aplicaciones en monitoreo urbano, obras públicas, gestión del riesgo y planificación estratégica. Su alta resolución permite identificar pequeños

cambios en el territorio, lo que facilita la elaboración de diagnósticos precisos y detallados, algo que antes no era posible con la misma exactitud. Ambos productos, no solo son una herramienta útil para profesionales afines, sino que facilitan el acceso a información geográfica a los ciudadanos y apoyan una mejor gestión del territorio.

Asimismo, se convierten en un recurso valioso para la comunidad académica, que puede utilizarlos en investigaciones, tesis de grado y posgrado, y en la formación de futuros profesionales vinculados al análisis espacial y al desarrollo territorial. La experiencia presentada demuestra que el acceso libre a datos espaciales, junto con los procesos de digitalización y recuperación de archivos históricos, puede tener un impacto concreto en múltiples campos del conocimiento y en las políticas públicas. En definitiva, la puesta en valor, sistematización y actualización constante del archivo aerofotogramétrico provincial se presenta así como un desafío estratégico fundamental para el futuro.

REFERENCIAS

Gebhard, J. A. (2013). *La fotointerpretación y la geología*. En *III Congreso Argentino de Historia de la Geología (CAHGEO)* (Salta, 29 al 31 de agosto de 2013).

IDECOR. (2021). *Volamos el Gran Córdoba de manera experimental: Mirá los resultados*. <https://www.idecor.gob.ar/volamos-el-gran-cordoba-de-manera-experimental-mira-los-resultados/>

IDECOR. (2023). *Con apoyo de CONAE, Mapas Córdoba duplica la cantidad de ciudades con imágenes de alta resolución*. <https://www.idecor.gob.ar/con-apoyo-de-conae-mapas-cordoba-duplica-la-cantidad-de-ciudades-con-imagenes-de-alta-resolucion/>

IDECOR. (2023). *Mapas Córdoba suma nuevas imágenes urbanas de alta resolución*. <https://www.idecor.gob.ar/mapascordoba-suma-nuevas-imagenes-urbanas-de-alta-resolucion/>

IDECOR. (2025). *Imágenes aéreas históricas de la provincia de Córdoba en un mapa online*. <https://www.idecor.gob.ar/imagenes-aereas-historicas-de-la-provincia-de-cordoba-en-un-mapa-online/>

Instituto Geográfico Nacional. (2025). *Modelo Digital de Elevaciones - Introducción*. <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Introduccion>