

Desafíos normativos para el uso comunitario de drones en México

Regulatory challenges for community use of drones in Mexico

Nicolás Vargas-Ramírez* y Jaime Paneque-Gálvez**

Recibido: 15/10/2019. Aprobado: 18/05/2020. Publicado (en línea): 30/07/2020.

Resumen. Los drones permiten obtener información aérea detallada de manera más autónoma y económica, en comparación con otras fuentes de percepción remota. Esto ha motivado la utilización civil y comunitaria de drones alrededor del mundo, tanto con fines audiovisuales como cartográficos. Por ello, los gobiernos han tenido que legislar su utilización y atender diversas preocupaciones tales como seguridad aeronáutica, privacidad y protección de datos. En México se expidieron cinco Circulares Obligatorias (2010–2017) y luego una Norma Oficial (2019). A pesar de su gran potencial, el uso comunitario de drones no ha sido debatido ni incorporado en dichas normativas. Por ello, el objetivo de este artículo es revisar el marco normativo mexicano sobre drones y analizar sus impactos sobre el uso comunitario de dicha tecnología. La revisión documental y su análisis con comunidades del centro de México revelan que la legislación no favorece su utilización comunitaria, particularmente cuando tiene fines cartográficos. Esta limitación se debe a requerimientos burocráticos y económicos diversos, así como a la ausencia de cartografía aeronáutica de fácil acceso y consulta. Ante esta situación, discutimos los retos de incorporar el uso comunitario de drones al marco normativo. Además, sugerimos que el espacio aéreo es parte integral de los derechos territoriales de las comunidades indígenas y locales, y que su reconocimiento legal favorecería su utilización comunitaria. Finalmente, sugerimos que el uso comunitario de drones podría beneficiarse mucho de un enfoque normativo basado en el riesgo de operación, estableciendo requerimientos y limitaciones más acordes

con la heterogeneidad del espacio aéreo y su tráfico. Gran parte de nuestro análisis es también útil para el uso civil de drones en México.

Palabras clave: legislación sobre drones, espacio aéreo, vehículos aéreos no tripulados (VANT), soberanía aérea, derechos territoriales.

Abstract. Drones allow obtaining detailed aerial information more autonomously and economically, compared to other sources of remote sensing. This has motivated the civil and community use of drones around the world, both for audio-visual and cartographic purposes. Therefore, governments have had to legislate its use and address various concerns such as aviation security, privacy and data protection. In Mexico, five Mandatory Circulars were issued (2010–2017) and then an Official Standard (2019). Despite its great potential, the community use of drones has not been debated or incorporated into these regulations. Therefore, the objective of this article is to review the Mexican regulatory framework on drones and analyze their impacts on the community use of said technology. The documentary review and its analysis with communities in central Mexico reveal that the legislation does not favor its community use, particularly when it is for mapping purposes. This limitation is due to diverse bureaucratic and economic requirements, as well as the absence of aeronautical cartography of easy access and consultation. In this situation, we discuss the

* Posgrado en Geografía, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Morelia, 58190, Michoacán, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6657-8353>. Email: vargasramireznicolas@gmail.com. Autor de correspondencia.

** Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Morelia, 58190, Michoacán, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9926-2742>. Email: jpanequegalvez@ciga.unam.mx

challenges of incorporating the community use of drones into the regulatory framework. Furthermore, we suggest that airspace is an integral part of the territorial rights of indigenous and local communities, and that its legal recognition would favor its community use. Finally, we suggest that the community use of drones could greatly benefit from a regulatory approach based on the risk of operation,

establishing requirements and limitations more in line with the heterogeneity of airspace and its traffic. Much of our analysis is also useful for the civil use of drones in Mexico.

Keywords: legislation on drones, airspace, unmanned aerial vehicles (UAV), air sovereignty, territorial rights.

INTRODUCCIÓN

Los drones, también conocidos como Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS) o *Unmanned Aerial Systems* (UAS), actualmente son ampliamente usados en aplicaciones civiles. La característica esencial de los drones es que su operador o piloto no se encuentra a bordo, sino en una estación de control remoto en tierra. Esto ha planteado “importantes problemas técnicos y operacionales, cuya complejidad continúa siendo evaluada por las autoridades aeronáuticas a nivel mundial en conjunto con la comunidad aeronáutica” (DGAC, 2017, p. 3)

Las novedades tecnológicas que acompañan el desarrollo de los drones han permitido el surgimiento de nuevas aplicaciones civiles y comerciales, como es su uso comunitario en distintos lugares del mundo (Vargas-Ramírez y Paneque-Gálvez, 2019). Particularmente en Latinoamérica, desde 2014 se ha evidenciado un auge en su utilización motivado por la necesidad de documentar y reportar impactos territoriales para mejorar la defensa de las comunidades, y por la ausencia de un mapeo detallado, preciso y actualizado para la toma de decisiones informadas (Paneque-Gálvez, Vargas-Ramírez, Napoletano, & Cummings, 2017)

Los marcos legales sobre uso civil de drones, a nivel global, restringen en gran medida su operación tanto en el espacio aéreo controlado como en el no controlado, aspecto que seguirá impidiendo una utilización más amplia, al menos a corto plazo (Stöcker, Bennett, Nex, Gerke, & Zevenbergen, 2017). “El reto clave parece ser encontrar un equilibrio óptimo entre las demandas de los distintos actores, permitiendo la innovación por un lado, pero garantizando al mismo tiempo el reconocimiento y el apoyo de la seguridad, los derechos humanos fundamentales y las libertades

civiles” (Stöcker et al., 2017, p. 16). Para el caso Latinoamericano, Sandvik y Martins (2018, p. 77) resaltan que se debe prestar especial atención a atributos como “su geografía, urbanización y entorno social, para entender el tipo de problemas que los drones pueden solucionar, los actores involucrados en su regulación y el campo de aplicación de dicha regulación”.

Sandvik y Martins (2018) también resaltan la importancia de incluir a los actores sociales y su conocimiento local en las aproximaciones normativas, ya que estos “no solo producen conocimiento sobre cómo se usan los drones, sino que también los usan a partir de su contexto local” (pp. 77). Decidimos centrarnos en el uso comunitario de drones en particular y no en el civil en general porque el primero aún no es incorporado en la legislación. Esto es relevante en México debido al creciente interés comunitario en usar drones, en ocasiones desestimulado por requerimientos y limitaciones normativas. A continuación presentamos los antecedentes del uso comunitario de drones en el país.

Drones comunitarios en México

Por *drones comunitarios* nos referimos a “la utilización de drones con y/o por parte de comunidades indígenas y locales¹—y ocasionalmente de habitantes y comunidades marginadas en áreas urbanas o periurbanas— que sirve principalmente para responder a sus propias necesidades e intereses, y donde

¹ Diferenciamos entre comunidades indígenas y locales para enfatizar su condición étnica. Esta condición es relevante toda vez que las comunidades indígenas suelen tener un reconocimiento constitucional de derechos colectivos sobre la propiedad del territorio. Sin embargo, en las comunidades locales —comunidades campesinas, de pescadores, u otras— los derechos suelen reconocerse constitucionalmente sobre la tierra, ya sea de manera familiar o individual. No obstante, estas comunidades con frecuencia también reivindican un territorio y actúan colectivamente para habitarlo y defenderlo.

hay participación de la comunidad en alguna(s) de las etapas del uso de drones” (Vargas-Ramírez & Paneque-Gálvez, 2019, p. 2). La mayoría de las experiencias mexicanas documentadas han usado drones comerciales multi-rotor (<2 kg), con propósitos que han incluido peritajes judiciales, monitoreo, vigilancia, defensa territorial, y capacitación a comunidades indígenas (Paneque-Gálvez, Vargas-Ramírez y Morales-Magaña, 2016; Vargas-Ramírez y Paneque-Gálvez, 2019) (véase la Tabla 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinamos el impacto de las normativas para el uso comunitario de drones cualitativamente. Para ello, analizamos la Circular Obligatoria AV-23/10 R3 con miembros de dos comunidades del Estado de Michoacán: Comunidad Colonia Ecológica Jardines de la Mintsita (Morelia) y Comunidad Indígena Cherán K’eri (Meseta Purépecha). Diseñamos un taller de capacitación donde expusimos el uso de drones con fines comunitarios, incluyen-

do el análisis normativo (Vargas-Ramírez, 2018, pp. 257–272). Expusimos la Circular Obligatoria en plenaria en cada comunidad en 2016 (en Cherán el 12 de septiembre y en Jardines el 9 de octubre), y discutimos sus implicaciones. En el taller de Cherán participó un integrante de la asociación civil Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA); en el de Jardines participaron integrantes de la Feria del Agua y Tianguis LaGotita.²

Los siete participantes de Cherán fueron hombres entre 24 y 56 años. Salvo dos personas, todos habían finalizado una carrera universitaria (licenciaturas en física, biología y pedagogía, e ingeniería en sistemas computacionales). En Jardines participaron dos hombres y dos mujeres entre 21 y 50 años. Un hombre y una mujer habían finalizado una carrera universitaria (normalista, licenciaturas en historia y pedagogía, maestría en historia de América y doctorado en Antropología). Los otros

² Evento itinerante creado para divulgar problemáticas ambientales e hídricas de la zona suroeste de Morelia. Allí convergen estudiantes, ambientalistas y miembros de Jardines.

Tabla 1. Drones comunitarios en México.

Estado [Lugar(es)]	Año(s)	RPAS Micros usados [Marca]	Propósito(s)
Chihuahua [Creel]	2013	Multi-rotor comercial [DJI Phantom 2]	Peritaje judicial a comunidad indígena
Oaxaca [Puerto Ángel y Morro Ayuta]	2013, 2015, 2017	Multi-rotor comercial [DJI Phantom 1] y multi-rotos ensamblados	Conservación de biodiversidad, vigilancia y capacitación
Edo. de México [San Francisco Xochicuautla y Ciudad de México]	2016	Multi-rotor comercial [DJI Phantom]	Activismo y defensa territorial
Sonora [Territorio comunidades indígenas Comcaac]	2016-2017	Ala fija y multi-rotor comercial [DJI Phantom 3 Pro], y ensamblados multi-rotor y ala fija	Capacitación a indígenas, monitoreo ambiental y defensa territorial
Michoacán [Morelia, Cherán K’eri] y Puebla [San Felipe Tepatlán]	2016-2017	Multi-rotor comercial [DJI Phantom 2 Vision +]	Capacitación a indígenas, monitoreo ambiental y defensa territorial
Michoacán [Comunidad Indígena de Carpinteros, Zitácuaro]	2017-2018	Multi-rotor comercial [DJI Mavic Pro] y multi-rotos ensamblados	Capacitación a indígenas, monitoreo ambiental y defensa territorial

Fuente: adaptado de Vargas-Ramírez y Paneque-Gálvez (2019).

dos cursaban (o habían cursado) varios semestres en la universidad (ingeniería electrónica y licenciaturas en filosofía y contaduría). Entrevistamos a cuatro participantes de los talleres de Cherán y a tres de Jardines entre el 10 y el 16 de octubre de 2017, para conocer su percepción sobre la normatividad y el uso comunitario de drones a partir de dos preguntas: (1) ¿Considera que la legislación mexicana sobre drones facilita su uso con un enfoque comunitario?; (2) ¿En qué situaciones cree que los drones podrían generar incomodidad, molestias, problemas o conflictos en su comunidad, o con comunidades vecinas, otros actores de la zona, o el Estado? Grabamos y transcribimos las entrevistas con previa autorización de los entrevistados. Las transcripciones completas se encuentra en Vargas-Ramírez (2018, pp. 275–365). También recurrimos a literatura gris sobre experiencias mexicanas de uso comunitario de drones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Legislación sobre drones en México

El interés y la necesidad de regular la operación de drones en México responde a las directrices de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), creada por la ONU en 1944 para velar por el cumplimiento del Convenio sobre Aviación Civil Internacional o Convenio de Chicago. Este

Convenio reconoce la soberanía plena y exclusiva del espacio aéreo a los Estados miembros. Su regulación en México se circunscribe a las disposiciones del Derecho Internacional a través de la fracción IV del Artículo 42 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La regulación sobre operación de drones en México la expide la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) gracias a sus atribuciones legales: “Autorizar la operación de aeronaves ultraligeras, globos aerostáticos, aeromodelismo y otras similares, así como vigilar sus actividades”³. La DGAC reglamentó su uso a través de Circulares Obligatorias, una figura jurídica “utilizada para comunicar a los involucrados alguna especificación, requerimiento o procedimiento solicitado por la Autoridad Aeronáutica” (SCT, 2001). La Autoridad Aeronáutica es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de la DGAC (SCT, 2001).

La primera Circular Obligatoria fue expedida en 2010 con la nomenclatura AV-23/10. La operación de drones, sin embargo, se estableció en 2015 con la Circular Obligatoria AV-23/10 R2. Cada revisión o modificación de las Circulares (identificable por una letra erre mayúscula seguida de un número que indica su versión) ha incorporado nuevos requerimientos y limitaciones, o bien, ha precisado los existentes. En la Tabla 2 presentamos las cinco

³ Artículo 21 del Reglamento Interior de la SCT.

Tabla 2. Circulares obligatorias que regularon el uso de drones hasta inicios de 2020.

Circular obligatoria	Vigente desde	Objeto
AV-23/10	19-06-2010	Que establece los requerimientos para obtener la certificación del sistema aéreo no tripulado (UAS).
AV-23/10 R1	22-02-2013	Que establece los requerimientos para obtener la aprobación de tipo y/o la autorización para el sistema de aeronave no tripulada (UAS)
AV-23/10 R2	08-04-2015	Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS)
AV-23/10 R3	31-05-2016	Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS)
AV-23/10 R4	25-07-2017	Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano

Fuente: elaboración propia.

Circulares Obligatorias que regularon el uso de drones hasta principios de 2020.

Recientemente se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Norma Oficial Mexicana NOM-107-SCT3-2019 (en adelante Norma Oficial), “Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano” (SCT, 2019). La Norma Oficial se publicó el 14 de noviembre de 2019 en el DOF⁴, y entró en vigor el 13 de enero de 2020. Muchos requerimientos y disposiciones establecidos en las Circulares Obligatorias fueron incorporados en la Norma Oficial.

La expedición de la Norma Oficial inició el 20 de septiembre de 2017 con la publicación del Proyecto de Norma Oficial abreviado PROY-NOM-107-SCT3-2016 “que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano” en el DOF.⁵ El 10 de septiembre de 2019 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo publicó en el DOF la respuesta a los comentarios sobre el Proyecto recibidos durante el Plazo de Consulta Pública⁶. El Proyecto contó con una Manifestación de Impacto Regulatorio elaborada por la SCT, sobre la cual la Comisión Federal de Mejora Regulatoria emitió Dictamen Total el 19 de abril de 2017 mediante Oficio No. COFEME/17/2353.

La SCT, citada por el oficio del Comité Consultivo, se refirió a la pertinencia de las Circulares

Obligatorias como instrumento normativo: “Es importante señalar que derivado a [sic] que esta publicación técnica aeronáutica no tiene el sustento jurídico [...] no se encontró considerarla como la mejor opción para regular”. La SCT es citada en el mismo Oficio argumentando que el Proyecto de Norma Oficial “tiene la finalidad de ser un instrumento jurídico de carácter obligatorio en el ámbito nacional y asimismo es considerada como la mejor opción para atender el compromiso internacional acordado con la OACI”.

La transición de Circulares Obligatorias hacia una Norma Oficial también estuvo influenciada parcialmente por el auge de los drones. El Oficio COFEME/17/2353 estimó la cantidad de RPAS operando en México entre 2016 y 2020 (véase la Tabla 3). De los 113,328 RPAS estimados para 2016, el 40% pesaban menos de 250 gramos y por ende no estarían sujetos a regulación. Esto suponía la existencia de 67,997 RPAS sujetos a regulación (80% Micros [54,397], 18% Pequeños [12,239] y 2% Grandes [1,359]). Asumiendo una distribución porcentual similar para 2020, habrían 480,000 RPAS sujetos a regulación: 384,000 Micros, 86,400 Pequeños y 9,600 Grandes.

La última Circular Obligatoria y del PROY-NOM-107-SCT3-2016 establecían que la operación de drones también debía atender los requerimientos de la autoridad Federal o Local. La Norma Oficial reafirmó dichos requerimientos: “El operador y/o piloto del RPAS es el responsable de respetar todas las Leyes, Reglamentos y Normas de índole Federal o Local, relacionadas con Seguridad Nacional, Seguridad Pública, protección de la privacidad, propiedad intelectual, entre otras” (NOM-107-SCT3-2019, numeral 4.11.3.).

A nivel Estatal, sólo conocemos la *Iniciativa con [sic] Proyecto de Decreto Mediante el cual se Expide la Ley de Aeronaves Pilotadas a Distancia de Michoacán*, publicada el 30 de mayo de 2018 en

⁴ <http://diariooficial.gob.mx/normasOficiales.php?codp=8006&view=si#> (consultado el 22/01/2020).

⁵ Expediente: 10/0036/211216 <http://www.cofemersimir.gob.mx/expedientes/19792> (consultado el 07/10/2019).

⁶ Respuesta a los comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-107-SCT3-2016. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5571697&fecha=10/09/2019 (consultado el 07/10/2019).

Tabla 3. Estimación de RPAS en México por año.

Año	2016	2017	2018	2019	2020
Número de RPAS en México	113 328	184 725	301 102	490 797	800 000

Fuente: Oficio No. COFEME/17/2353, SCT (2017).

la Gaceta Parlamentaria (H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo, 2018)⁷. A nivel local, no tenemos conocimiento de ninguna legislación para el uso de drones.

Clasificación de drones en la legislación

Las Circulares Obligatorias clasificaron los drones según dos criterios: peso máximo de despegue y uso. Frente al primero, hasta la Circular Obligatoria de 2013 se dividían en *UAS Ligero* (<20 kg) y *UAS Pesado* (>20 kg). Sin embargo, en 2015 la clasificación cambió a *RPAS Micros* (<2 kg), *RPAS Ligeros* (2–25 kg) y *RPAS Pesados* (>25 kg), y fue reafirmada en la Norma Oficial. El segundo criterio fue incorporado en 2015 al subdividir cada categoría de RPAS en uso Comercial y Recreativo. Esto se modificó en 2016 a Privado Recreativo, Privado No Comercial y Privado Comercial. La Norma Oficial lo modificó en 2019 a Recreativo, Privado No Comercial y Comercial, definiéndolas así: “Recreativo: es aquel sistema de aeronave pilotada a distancia que se destina por el operador de RPAS a la recreación”, “Privado No Comercial: sistema de aeronave pilotada a distancia, destinado por el operador de RPAS a realizar tareas sin fines de lucro” y “Comercial: sistema de aeronave pilotada a distancia destinado por el operador de RPAS a realizar tareas con fines de lucro” (NOM-107-SCT3-2019, Numeral 3). Los drones usados para investigación científica deben cumplir los requerimientos y limitaciones de la categoría Privado No comercial (NOM-107-SCT3-2019, Numeral 4.3).

Requerimientos y limitaciones para la operación de drones

Las Circulares Obligatorias han establecido requerimientos y limitaciones generales aplicables a todos los RPAS, la mayoría orientados a regular las conductas del operador o piloto para garantizar la seguridad de los vuelos, característica adoptada por la Norma Oficial. Estos incluyen requerimientos que implican acceder a información aeronáutica: “El piloto del RPAS no debe operar la aeronave pilotada a distancia en las áreas prohibidas, restrin-

gidas o peligrosas, establecidas en la PIA/AIP⁸” y “El piloto del RPAS antes de realizar una operación, debe verificar los NOTAMS⁹ que activan áreas prohibidas o restringidas [...] o áreas temporales que prohíben la realización de operaciones” (NOM-107-SCT3-2019, Numerales 4.10.5. y 4.10.6.).

Las Circulares Obligatorias y la Norma Oficial han restringido la operación de RPAS en función de la altura sobre el terreno y la distancia horizontal al piloto. La distancia horizontal siempre ha sido 457 metros. La altura de operación, sin embargo, ha variado en función del peso máximo de despegue. Así, las modificaciones dos y tres de la Circular Obligatoria permitían a los RPAS Pequeños y Grandes operar hasta 152 metros de altura, y a los RPAS Micros hasta los 122 metros. En la cuarta modificación a la Circular Obligatoria y ahora en la Norma Oficial, todos deben operar máximo a 122 metros de altura, excepto en cercanías de aeródromos o helipuertos, donde las restricciones de altura son mayores y requieren consultar la Publicación de Información Aeronáutica (NOM-107-SCT3-2019 Apéndice I) y la Base de Datos de Aeródromos y Helipuertos Vigentes¹⁰.

Las Circulares Obligatorias y la Norma Oficial también establecieron requerimientos y limitaciones específicas en función del peso máximo de despegue y el uso, como la obtención de una Autorización de Operación de la Autoridad Aeronáutica. En la Circular Obligatoria AV-23/10 R4 y ahora en la Norma Oficial, los RPAS Micros en todas sus categorías de uso, y los RPAS Pequeños con fines recreativos, no requieren de dicha autorización, siempre y cuando cumplan los requerimientos y limitaciones señalados. Para el resto de RPAS y usos, además de la Autorización de Operación se debe contar con Autorización de Piloto.

Operar RPAS Micros en México conlleva la menor cantidad de requerimientos y restricciones

⁷ Sus impactos no son analizados dado que al término de la redacción del presente artículo aún permanece en proyecto.

⁸ Del inglés *Aeronautical Information Publication* (AIP) (Publicación de Información Aeronáutica (PIA)).

⁹ Del inglés *Notice to Airmen* (Aviso para Aviadores).

¹⁰ <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/1-quienes-somos/15-aeropuertos-talleres-normas-y-certificacion/aeropuertos/base-de-datos-de-aerodromos-y-helipuertos/> (consultado el 23/01/2020).

legales en comparación con otras categorías. Por tanto, desde una perspectiva de uso comunitario es conveniente exponer algunos requerimientos y limitaciones específicos planteados por la Norma Oficial: 1) limitaciones en la velocidad de operación establecida por el fabricante del RPAS (anteriormente en función del peso máximo de despegue), 2) para usos Privado No Comercial y Comercial, contar con una póliza de seguro, y 3) permisos de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para usos Privado No Comercial y Comercial con fines cartográficos.

Impactos de la normatividad en el uso comunitario de drones

Clasificación de los drones

Al analizar la Norma Oficial evidenciamos que, a mayor peso máximo de despegue del dron, mayores son los requerimientos y las limitaciones para operarlo. Aunque los RPAS Pequeños y Grandes usualmente pueden abarcar terrenos más extensos en comparación con los RPAS Micros, la utilización de todos se restringe a un área de 65.5 hectáreas (457 metros de distancia horizontal al piloto). Operar fuera de dicho rango y a alturas superiores a 122 metros requiere una Autorización de Operación de la DGAC. Así, los RPAS Micros son los que menos requerimientos y limitaciones legales presentan, y hasta ahora han sido los más utilizados con fines comunitarios (véase la Tabla 1).

Estas limitaciones impactan negativamente el uso comunitario de drones, especialmente para volar mayores extensiones de terreno sin incurrir en trámites burocráticos. Aunque es técnicamente posible operar RPAS Micros a varios kilómetros de distancia en áreas despobladas y sin tráfico aéreo, la Norma Oficial lo restringe. Este tipo de vuelos suelen denominarse *Extended Visual Line Of Sight* (EVLOS) y *Beyond Visual Line Of Sight* (BVLOS). Sólo los segundos son contemplados en la Norma Oficial, y requieren autorización de la Autoridad Aeronáutica (NOM-107-SCT3-2019, Numeral 8.3 y Apéndice N). Esto sugiere que la normatividad se ha formulado pensando en espacios aéreos urbanos, en detrimento de los usos actuales y po-

tenciales que ofrecen los drones en entornos rurales (e.g., comunitario, agrícola, forestal). También se refleja en las categorías de uso de los RPAS, pues ninguna contempla el uso comunitario –usualmente hecho sin fines comerciales o de lucro– en sentido estricto. El uso comunitario de drones en México se beneficiaría con una reglamentación que establezca requerimientos y limitaciones en función del riesgo de operación (por lo menos cuando se trate de áreas rurales con población dispersa o escasamente pobladas).

Drones ensamblados ¿vacío normativo o equiparable a fabricación?

El uso comunitario de drones en México ha explorado el ensamblaje de sus propios equipos. Esto ha permitido a las comunidades comprender mejor su funcionamiento, limitaciones y alcances (Villaseñor Martínez, 2019). Además de favorecer la comprensión comunitaria de su funcionamiento, el ensamblado plantea la posibilidad de repararlos con mayor facilidad y menor costo, en comparación con drones comerciales que usualmente requieren servicio técnico especializado, costos elevados, y tiempos de espera prolongados (Cummings et al., 2017; Paneque-Gálvez et al., 2017)

Pese a su potencial lúdico y operativo, los drones ensamblados no eran contemplados en las Circulares Obligatorias, pues sólo referían la categoría “Fabricante”, definida como aquel que “se dedica a la fabricación o elaboración de RPAS” (Circular Obligatoria AV-23/10 R4). La Norma Oficial corrigió ese vacío al incorporar la categoría “Armador de RPAS”: “persona física o moral que se dedica a fabricar RPAS en forma unitaria” (NOM-107-SCT3-2019, Numeral 3.15), y estableció que los RPAS Micros ensamblados mayores a 250 gramos deben contar con un número de serie, requisito indispensable para su registro y aseguramiento. Pese a ello, es incierta la disponibilidad de las aseguradoras para vender el Seguro de Responsabilidad Civil a este tipo de RPAS. Si ninguna aseguradora permite asegurar este tipo de drones, más que un vacío legal habría un vacío de mercado, aspecto que posiblemente ya esté siendo analizado por el sector y a futuro no limite usarlos atendiendo a todos los requisitos normativos.

El vacío legal de las Circulares Obligatorias también limitaba procesos de innovación tecnológica en general, y de uso comunitario de drones ensamblados en particular¹¹. Pese a ello, experiencias en Oaxaca, Sonora y Michoacán (véase la Tabla 1) usaron drones comunitarios ensamblados para obtener su propia información. Aunque la Norma Oficial resolvió dicho vacío, falta precisar cómo deben crearse sus números de serie. Dotar certeza jurídica y claridad en los trámites a este tipo de experiencias fomentaría su uso comunitario. También beneficiaría la educación formal e informal usando drones ensamblados.

Es posible que la Norma Oficial favorezca la certeza jurídica para los Armadores de RPAS (incluidas las comunidades) en beneficio de innovaciones tecnológicas que podrían haber estado estancadas por las disposiciones de las Circulares Obligatorias. Al respecto, cabe señalar que las comunidades pueden no percibir como ilegal volar sus propios drones –ensamblados o no– en sus territorios, y es probable que aunque no estén registrados sigan reivindicando el uso de su espacio aéreo (discutimos esto a mayor profundidad más adelante).

Aseguramiento de la operación de drones

La interacción de los drones con aeronaves tripuladas es el aspecto central que motiva su regulación.

¹¹ Esta limitación también era importante en otros ámbitos (e.g., docencia universitaria, uso civil en laboratorios ciudadanos vivos (*urban living labs*), comunidades *Do-It-Yourself*).

Por ello en México es obligatorio contar con una póliza de Seguro de Responsabilidad Civil por daños a terceros para los usos Privado No Comercial y Comercial en cualquier categoría de peso del RPAS (NOM-107-SCT3-2019). Puesto que la Norma Oficial no especifica a cuál categoría de uso deben ceñirse los drones comunitarios, varios intermediarios de aseguradoras fueron consultados vía correo electrónico en octubre de 2019, a fin de cotizar el aseguramiento de un RPAS Micro (<1 kg). La mayoría de los intermediarios –*Consultora Empresarial en Seguros y Fianzas Proventum, Terrasat Tecnología Geoespacial, y Orange Group Seguros y Fianzas*– nos ofrecieron pólizas con las aseguradoras GMX, AXXA y MAPFRE (véase la Tabla 4). Cada una establecía sus propias condiciones para la venta de seguros, como el aseguramiento a RPAS sólo de uso Comercial, Profesional o Civil (las últimas dos categorías no eran contempladas por las Circulares Obligatorias, ni ahora por la Norma Oficial). Cabe señalar que los seguros sólo suelen cubrir los daños a terceros, y no las pérdidas parciales o totales de los drones en caso de siniestro.

Tras estimar el precio promedio de los drones utilizados por comunidades en México (véase la Tabla 1), la adquisición de un Seguro de Responsabilidad Civil anual representaría entre el 10% y el 40% del valor total del equipo. Una actualización de la Norma Oficial podría aclarar si los RPAS Micros comunitarios (e incluso humanitarios) podría operar atendiendo los requerimientos y las limitaciones estipuladas para el uso Recreativo, o estar exentos de la compra del seguro.

Tabla 4. Seguros de Responsabilidad Civil por daños a terceros ofrecidos en México para drones.

Concepto	Proventum	Terrasat	Orange Group
Costo anual	\$179 USD (3,443 MXN)	\$4991 MXN (\$259 USD)	\$7485 MXN (\$389 USD)
Límite máximo de responsabilidad	\$50 000 USD (\$961 725 MXN)	\$1 000 000 MXN (\$51 990 USD)	\$1 000 000 MXN
Monto mínimo de reclamación por daños	\$500 USD (\$9617 MXN)	\$8, 49 MXN (\$439 USD)	\$10 000 MXN (\$520 USD)

Precios calculados con la tasa de cambio promedio del mes de octubre de 2019: 19.2345 MXN por dólar.

La Norma Oficial es muy pertinente en ambientes urbanos y periurbanos, pero es muy restrictiva en zonas rurales. Por ello sugerimos una regulación basada en el riesgo de operación del dron, más que en su peso máximo de despegue y tipo de uso. Dicho riesgo debería definirse según las características de cada vuelo por parte del operador del dron y no debería mediar ningún trámite burocrático. Poco sentido tiene incurrir en gastos y trámites adicionales si los vuelos se harán en áreas deshabitadas, o con un riesgo de operación mínimo que permita, incluso, operarlos más allá de la línea visual de operación (*Visual Line of Sight* (VLOS)) y/o a altitudes superiores a 122 metros. En dichas circunstancias también podrían eximirse los RPAS Micros Privado No Comercial de la adquisición de la póliza de seguro. También se podría autorizar el uso de RPAS Pequeños y Grandes Recreativos fuera de los clubes de aerodelismo, donde actualmente están confinados. Los daños que potencialmente causaría un accidente en contextos rurales deshabitados en caso de siniestro podrían ser inferiores al monto mínimo que las aseguradoras establecen para justificar el uso del seguro. En estos casos, su aseguramiento sólo representaría un beneficio económico para las aseguradoras, y un impedimento para operarlos legalmente.

Requerimientos cartográficos aeronáuticos

Usar drones de manera segura requiere información cartográfica. Las Circulares Obligatorias y ahora la Norma Oficial ofrecen información (listados y anexos) sobre aeropuertos y helipuertos con sus respectivas coordenadas. El Catálogo de Aeródromos y Helipuertos, por ejemplo, se presenta en una hoja de cálculo con información de elevación, sistema de coordenadas, latitud, longitud y vigencia del aeródromo o helipuerto. Georreferenciar adecuadamente esa información requiere conocimientos cartográficos técnicos, y destreza en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La representación adecuada de la información puede garantizarse con capacitaciones, o bien, mediante profesionales acompañantes que faciliten la verificación de restricciones de operación en el área de interés de cada comunidad, aunque lo ideal sería contar con archivos o plataformas oficiales

de fácil consulta que garanticen la calidad de los datos. En un ejercicio de georreferenciación del Catálogo para las ciudades de Morelia y Guadalajara identificamos varios problemas graves: 1) existen errores en las coordenadas, 2) los nombres de los aeródromos y helipuertos en ocasiones no son correctos, 3) la cantidad de helipuertos es inferior a la que puede fotointerpretarse en imágenes satelitales de alta resolución, y 4) los aeródromos y helipuertos militares, de organismos policiales y de gobierno no están en el Catálogo por razones de Seguridad Nacional, aunque esto no impide identificarlos con base en el conocimiento local o la inspección de imágenes satelitales de acceso libre y abierto.

La Norma Oficial refiere información relevante para usar drones que sólo puede consultarse en la Publicación de Información Aeronáutica de México, particularmente importante en zonas urbanas y periurbanas (e.g., *Notice To Airmen*, corredores de helicópteros). Dicha Publicación puede adquirirse personalmente en las oficinas de la DGAC de la Ciudad de México o por correspondencia. Su costo total es de \$4,469 MXN, y la suscripción anual para recibir enmiendas es de \$1,364 MXN¹².

Hay páginas web con información sobre la clasificación del espacio aéreo enfocadas en drones (e.g., SAFE: <http://gis.icao.int/drone/>), pero aún no hay una actualizada para México, por lo cual la Publicación de Información Aeronáutica y las *Notice to Airmen* son de consulta obligatoria. Por ello, el potencial de utilización comunitaria no dependerá de apoyo técnico o logístico externo dependerá de la disposición comunitaria para aprender (o no) vocabulario, aspectos técnicos y jurídicos aplicables al ámbito aeronáutico, o bien de las facilidades tecnológicas que para tal fin sean diseñadas. Información aeronáutica de fácil consulta y acceso beneficiaría el uso comunitario de drones en particular, el civil en general. También podría beneficiar a personas y entidades (públicas o privadas) interesadas en diseñar aplicaciones o plataformas para facilitar el uso seguro de drones.

¹² <https://www.gob.mx/seneam/acciones-y-programas/publicacion-pia-aip> (consultado el 07/10/2019)

Uso comunitario de drones con fines cartográficos

En las Circulares Obligatorias, el uso audiovisual de drones implicaba limitaciones menores en comparación con el uso cartográfico. Aunque ambos fines son de gran utilidad comunitaria, el uso cartográfico de los RPAS Micros fue limitado en las revisiones tres y cuatro de dicha Circular. Esto respondió a que en la tercera Circular Obligatoria se atendió al Artículo 26-B (adicionado en 2006 a la Carta Magna) que creó el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), cuya reglamentación dio origen en 2008 a la *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*. Debido a dicha Ley, los requerimientos generales para operar RPAS obligaban a obtener una autorización ante INEGI y la SEDENA para usarlos con fines cartográficos. La autorización condicionaba la entrega de la información obtenida al SNIEG. Con la Norma Oficial, los RPAS Micros con fines recreativos estarían exentos, de acuerdo con nuestra interpretación. Para investigación científica, sin embargo, las disposiciones generales de la Norma Oficial establecen que deben cumplir “los requerimientos y limitaciones de los RPAS Privado No comercial, de acuerdo a su peso máximo de despegue” (NOM-107-SCT3-2019, Numeral 4.3). Es decir, además de requerir póliza, los investigadores deben tramitar una autorización ante INEGI y la SEDENA si usan drones con fines cartográficos.

Esta última disposición resulta particularmente problemática cuando los drones, en el marco de actividades comunitarias, ciudadanas o académicas, son usados con fines cartográficos docentes formales o informales, donde generalmente se emplea el espacio aéreo dentro de los límites que abarca la institución comunal o educativa y respetando las alturas y distancias establecidas por la Norma Oficial. Por ello, sería conveniente especificar las actividades docentes formales e informales dentro de las categorías de uso de la Norma Oficial en el cuerpo del texto y en la sección de Definiciones y Abreviaturas (no sólo en el Apéndice K, como está actualmente), y eximir las de la gestión de permisos ante INEGI y la SEDENA. También se podría aclarar si los RPAS Micros usados en docencia (formal e informal) podrían guiarse por los requerimientos y

limitaciones establecidos para el uso Recreativo. Las actividades docentes y formativas se beneficiarían enormemente de una mayor claridad normativa. También favorecería el uso comunitario de drones al permitir que las comunidades puedan enseñarse entre sí, sin incurrir en trámites burocráticos engorrosos (como crear un Centro de Instrucción o Capacitación Autorizado por el gobierno).

Tanto la incorporación de la información comunitaria en el SNIEG, como el trámite de permisos para sobrevolar sus territorios con fines cartográficos, limitan seriamente el potencial comunitario de los RPAS y la autonomía de las comunidades. Si los RPAS Micros con fines comunitarios atendieran los requerimientos y limitaciones del uso Recreativo, los permisos de INEGI y la SEDENA no serían requeridos (según nuestra interpretación), facilitando su implementación. Como el uso comunitario no es definido en la Norma Oficial, son inciertos los requerimientos y las limitaciones aplicables. El trámite de dichos permisos es una seria limitante especialmente en situaciones que requieren recabar información cartográfica urgentemente (e.g., incendios, inundaciones, invasiones de tierra). La obligatoriedad de suministrar la información al Estado también es una limitante, y las comunidades pueden ser reacias al respecto. Consideramos que esa obligación constituye una forma de extractivismo por parte del Estado al apropiarse gratuitamente de la información generada por sus ciudadanos, pues limita el derecho de adquisición y uso de información que de otra manera no tendrían. Podríamos denominar este tipo de extractivismo como “extractivismo digital” y considerar que abona a otros tipos de extractivismo (e.g., de recursos naturales, epistémico, ontológico) (Grosfoguel, 2016).

Soberanía del espacio aéreo y su uso comunitario

“La autodeterminación es un derecho inalienable e imprescriptible de los pueblos indígenas. Los pueblos indígenas luchamos por el logro de nuestra plena autonomía de los marcos nacionales. La autonomía implica el derecho que tenemos los pueblos indios al control de nuestros respectivos territorios, incluyendo el control y

manejo de todos los recursos naturales del suelo y subsuelo y espacio aéreo” (“Declaración de Quito,” 1990).

El constante avance y desarrollo de tecnologías para usar comercialmente el espacio aéreo ha conllevado discusiones recurrentes acerca de su soberanía (Moon, 1963; Shrewsbury, 2003). Los drones y el auge de sus aplicaciones civiles, comerciales y recreativas han introducido nuevos debates al respecto (Migala, 2017; Takahashi, 2012). El uso comunitario de drones, particularmente en comunidades indígenas, abre nuevos debates sobre su autodeterminación y autonomía.

La reivindicación de la Declaración de Quito sobre el espacio aéreo, sin embargo, no ha incidido en los marcos regulatorios sobre aviación civil y uso de drones. La tendencia legislativa cada vez restringe y hace más burocrática la operación de drones, provocando que en ocasiones su uso comunitario deba hacerse al margen de las regulaciones. Vargas-Ramírez & Paneque-Gálvez (2019) sugieren por ello que el uso comunitario de drones debe conciliar las directrices de la OACI con las normativas nacionales o estatales, así como con las necesidades y derechos de autodeterminación y autonomía de las comunidades. Garantizar los derechos territoriales y la posibilidad de usar drones comunitariamente podría requerir reconocerle a las comunidades indígenas y locales la soberanía sobre su espacio aéreo (Vargas-Ramírez & Paneque-Gálvez, 2019), independientemente de su condición étnica. Dado que las comunidades indígenas cuentan con el reconocimiento de más derechos territoriales que las locales –al menos en el derecho internacional, en virtud del Convenio 169 de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo, 2014)–, la soberanía del espacio aéreo podría legislarse de manera diferenciada entre ambos tipos de comunidades. No obstante, sugerimos que esta asimetría legal no debería ir en detrimento de la soberanía del espacio aéreo de las comunidades locales, pues también deberían tener derecho a usarlo si lo desean.

Tanto en el ámbito internacional como en el nacional, la estrategia preferida para regular el uso civil de drones parece ser el enfoque basado en el

riesgo (*risk-based approach*), siendo el más evidente su clasificación en función del peso (Stöcker et al., 2017). Estos autores plantean que la inclusión de otros parámetros tales como el área, el propósito y la visibilidad, ofrecerían un enfoque aún más proporcional, que permitiría racionalizar la reglamentación de todo tipo de operaciones civiles con drones y disminuir las cargas burocráticas. Así, si “un vuelo de UAV puede considerarse sin riesgo [...], o de riesgo extremadamente bajo, no debería haber barreras burocráticas que lo impidieran simplemente porque sí. Cuanto más arriesgada sea la operación de vuelo, más requisitos serán aplicables” (Stöcker et al., 2017, pp. 16-17).

Para el uso comunitario de drones en comunidades rurales con poco o nulo tráfico aéreo tripulado, un enfoque basado en el riesgo de operación sería ideal, pues las cargas burocráticas y económicas podrían reducirse al mínimo. Países como Francia, Italia y Austria son considerados pioneros en este sentido (Stöcker et al., 2017). En Latinoamérica, Colombia es pionera en su adopción (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, 2018).

Percepciones sociales sobre la legislación mexicana de drones y las implicaciones para su uso comunitario

Aquí analizamos los resultados del trabajo con la Comunidad Indígena Cherán K’eri y la Comunidad Colonia Ecológica Jardines de la Mintsita descritos en Materiales y Métodos. Dentro de los aspectos que refirieron con mayor frecuencia están aquellos relacionados con la incomodidad que pueden generar los drones, bien sea por su uso para evidenciar algún tipo de impacto ambiental o acción ilegal, por afectar la privacidad o la seguridad de las personas, por sobrevolar comunidades vecinas, o por usarlos sin consentimiento previo e informado (de la propia comunidad o de comunidades vecinas).

Los participantes resaltaron la pertinencia e importancia de contar con un marco normativo para la operación de drones; sin embargo, señalaron que su uso comunitario está ausente o pobremente legislado. Atribuyeron esto a las pocas experiencias de uso comunitario en el país. Tanto en Jardines como en Cherán consideraron legítimo el uso de

drones dentro de su territorio, siempre y cuando este respondiera a un interés comunitario y se informara a la población sobre el propósito de usarlos. Pese a esto, los participantes de Jardines perciben con preocupación la posibilidad de que la información recabada, al usarse con un enfoque social o político contrario a los intereses de proyectos inmobiliarios, industriales y gubernamentales, derive en mayores restricciones legales o incluso en la prohibición de su uso comunitario. En Cherán, por su parte, consideraron que la normatividad sobre drones no aplicaría en áreas despobladas, salvo que lo prohibiera la normativa vigente o la propia comunidad.

Las percepciones en ambas comunidades muestran el papel que sus mismas autoridades pueden ejercer para regular el uso de drones con fines comunitarios. También atestiguan su percepción frente a la legitimidad de utilizar un espacio aéreo considerado como parte de sus territorios, sobre el cual sin embargo deben establecerse requerimientos y limitaciones acordes con cada comunidad. Asimismo, reconocen su relación con comunidades vecinas (a veces conflictiva), y proponen recurrir al consentimiento previo de los vuelos cuando estos colindan o abarcan otros territorios.

En Jardines señalaron específicamente el uso cartográfico de drones, y la obligatoriedad de entregar la información recabada comunitariamente al Estado. Manifestaron preocupación frente a los intereses y usos que el Estado pudiese darle a la información, pues consideraron que con frecuencia es aliado de intereses ajenos a las comunidades. Evidenciamos su preocupación frente a las disposiciones sobre levantamientos aerofotográficos, que obligan a incorporar la información en bases de datos administradas por entidades gubernamentales y tramitar permisos especiales por parte de INEGI y la SEDENA.

CONCLUSIONES

La legislación sobre la operación de drones alrededor del mundo es un proceso de constante cambio y evolución propiciado no sólo por el acelerado desarrollo de esta tecnología, sino por la diversidad

de sus aplicaciones y usos. Su reglamentación, en consecuencia, es una tarea compleja que demanda examinar constantemente el ámbito nacional y atender directrices internacionales que garanticen el uso responsable y seguro del espacio aéreo.

El reciente surgimiento y la expansión del uso comunitario de drones introduce un elemento más de complejidad, por cuanto hasta ahora el espacio aéreo se ha considerado exclusivamente propiedad de cada Estado-nación, pero no como una parte integral de los territorios de las comunidades que puede ser usado e incluso legislado en el marco del derecho propio o de los usos y costumbres de cada comunidad, sean estas indígenas o no. Este incipiente debate plantea analizar también si, en el caso de territorios comunitarios, la carga económica y burocrática que actualmente plantea la Norma Oficial podría aliviarse para favorecer el uso comunitario de drones. Un enfoque basado en el riesgo de operación como el adoptado por las legislaciones de Francia, Italia, Austria y Colombia podría fomentar el uso de drones comunitarios, por lo menos en zonas rurales, dispersamente pobladas o deshabitadas.

Varias experiencias mexicanas han usado RPAS Micros ensamblados pese a que las Circulares Obligatorias no habían precisado su uso y registro. La Norma Oficial incorporó la categoría Armador de RPAS, pero aún persisten vacíos en torno a su registro y aseguramiento. El ensamblado comunitario de drones ha demostrado ser pedagógicamente importante para que las comunidades comprendan mejor su funcionamiento, sus alcances y limitaciones, garantizando así un uso más seguro. Dicho proceso también ha sido útil en la docencia (formal e informal) y la formación en ámbitos técnicos. Ambos se beneficiarían de una mayor claridad frente al proceso de registro y aseguramiento.

Recomendamos a la Autoridad Aeronáutica mexicana que, en aras de una utilización más segura de los drones, tanto civil como comunitaria, la información cartográfica aeronáutica de mayor relevancia sea accesible y actualizada, ya sea en archivos digitales en formatos estándar (e.g., KMZ, SHP) y/o plataformas virtuales (e.g., aplicaciones móviles, visores geográficos en línea). También podría establecer precios diferenciados de acceso a la Publicación de Información Aeronáutica en

función del tipo de uso, o incluso contemplar su gratuidad en virtud del interés público de los vuelos o de la condición social de los usuarios.

México es uno de los países pioneros en el uso comunitario de drones (Vargas-Ramírez & Paneque-Gálvez, 2019). Varias comunidades ya han demostrado los beneficios derivados de la apropiación de esta tecnología, y es probable que en un futuro cercano nuevas comunidades e instituciones propicien su utilización. Ya sea en labores de monitoreo ambiental, de defensa o de gestión territorial, los drones en manos de las comunidades ofrecen la posibilidad de democratizar la percepción remota y el uso del espacio aéreo. Por ello, es recomendable que la legislación sobre su operación en las Normas Oficiales y/o iniciativas parlamentarias estatales incluyan su uso comunitario, y generen las condiciones necesarias para favorecer el acceso a dicha tecnológica en beneficio de las comunidades y del interés general. Dicha incorporación, sin embargo, requerirá debates y modificaciones sobre otras normativas, como aquellas relacionadas con la soberanía comunitaria del espacio aéreo o la obligatoriedad de obtener autorizaciones gubernamentales para usar los drones con fines cartográficos. También deberá debatirse en torno al derecho a decidir si la información recabada con fines cartográficos comunitarios es o no suministrada a las bases de datos estatales.

Aunque en este artículo nos hemos enfocado en el uso comunitario de drones, muchos de los aspectos analizados son válidos y de interés para el uso civil de esta tecnología. Existen diversos actores sociales tales como Organizaciones de la Sociedad Civil, colectivos, asociaciones, o comunidades no indígenas en espacios periurbanos, que podrían beneficiarse de la información y las recomendaciones que ofrecemos para que la política pública mexicana en materia de drones sea mucho más inclusiva y responda a los intereses de la sociedad en su conjunto.

AGRADECIMIENTOS

Nicolás Vargas-Ramírez agradece el apoyo del Programa de Postgrado en Geografía de la UNAM, así

como la beca para sus estudios de postgrado (CVU/ número de becario: 710901/420676) recibida del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACyT). Jaime Paneque-Gálvez agradece el apoyo financiero recibido de los proyectos DGAPA/UNAM PAPIIT IA301817, PAPIIT IA301919 y PAPIME PE309317, todos a su cargo, en los cuales ambos autores han explorado el uso comunitario de drones tanto en México como en otros países del sur global.

REFERENCIAS

- Cummings, A. R., Cummings, G. R., Hamer, E., Moses, P., Norman, Z., Captain, V., ... Butler, K. (2017). Developing a UAV-Based Monitoring Program with Indigenous Peoples. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 5(4), 115–125. <https://doi.org/10.1139/juvs-2016-0022>
- Declaración de Quito. (1990). *Primer Encuentro Continental de Pueblos Indios*. Disponible en: http://www.cumbrecontinentalindigena.org/quito_es.php
- DGAC. Circular Obligatoria que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano. (2017). Dirección General de Aeronáutica Civil.
- Grosfoguel, R. (2016). Del «extractivismo económico» al «extractivismo epistémico» y «extractivismo ontológico»: una forma destructiva de conocer, ser y estar en el mundo. *Tabula Rasa*, (24), 123–143. <https://doi.org/10.25058/20112742.60>
- H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo. Iniciativa de Proyecto de Decreto mediante el cual se expide la Ley de aeronaves pilotadas a distancia, denominadas drones para el Estado de Michoacán. (2018). Disponible en: <http://congresomich.gob.mx/file/Gaceta-II-118-F-30-05-2018.pdf>
- Migala, S. (2017). UAS: Understanding the Airspace of States. *Journal of Air Law and Commerce*, 82(1). Retrieved from <https://scholar.smu.edu/jalc/vol82/iss1/2/>
- Moon, A. I. J. (1963). A Look at Airspace Sovereignty. *Journal of Air Law and Commerce*, 29(4), 328–345. Retrieved from <https://scholar.smu.edu/jalc/vol29/iss4/4>
- Oficina Internacional del Trabajo. (2014). *Convenio Núm. 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas*. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf

- Paneque-Gálvez, J., Vargas-Ramírez, N., & Morales-Magaña, M. (2016). Uso comunitario de pequeños vehículos aéreos no tripulados (drones) en conflictos ambientales: ¿un factor innovador desequilibra? *Teknokultura*, 13(2), 655–679. https://doi.org/10.5209/rev_TEKN.2016.v13.n2.53340
- Paneque-Gálvez, J., Vargas-Ramírez, N., Napoletano, B., & Cummings, A. (2017). Grassroots Innovation Using Drones for Indigenous Mapping and Monitoring. *Land*, 6(4), 1–25. <https://doi.org/10.3390/land6040086>
- Ramírez, E. (2015). Uso de vehículo aéreo no tripulado para la zonificación del área destinada voluntariamente para la conservación “La Ciénega” Puerto Ángel, Oaxaca. *XXI Reunión Nacional Del Capítulo SELPER-México-UACJ*. Ciudad Juárez, Chihuahua: Selper.
- Sandvik, K. B., & Martins, B. O. (2018). Revisitando el espacio aéreo latinoamericano: una exploración de los drones como sujetos de regulación. *Latin American Law Review*, (1), 61–81. <https://doi.org/10.29263/lar01.2018.03>
- SCT. Norma Oficial Mexicana NOM-011-SCT3-2001, Que establece las especificaciones para las publicaciones técnicas aeronáuticas. (2001). Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- SCT. Norma Oficial Mexicana NOM-107-SCT3-2019, Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano. , (2019). Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Shrewsbury, S. M. (2003). September 11th and the Single European Sky: Developing Concepts of Airspace Sovereignty. *Journal of Air Law and Commerce*, 68(1). Retrieved from <https://scholar.smu.edu/jalc/vol68/iss1/5>
- Stöcker, C., Bennett, R., Nex, F., Gerke, M., & Zevenbergen, J. (2017). Review of the Current State of UAV Regulations. *Remote Sensing*, 9(5), 1–16. <https://doi.org/10.3390/rs9050459>
- Takahashi, T. T. (2012). Drones in the National Airspace. *Journal of Air Law and Commerce*, 77(3), 489–533. Retrieved from <https://scholar.smu.edu/jalc/vol77/iss3/2>
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. Resolución 4201 “Por la cual incorporan ala norma RAC 91 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia unas disposiciones sobre operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS y se numeran como Apéndice 13, y se adoptan otras disposiciones”. (2018).
- Vargas-Ramírez, N. (2018). *Evaluación del potencial de uso de pequeños vehículos aéreos no tripulados para el monitoreo ambiental y la defensa territorial indígena en México* (tesis, Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México). Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36432.61443>
- Vargas-Ramírez, N., & Paneque-Gálvez, J. (2019). The Global Emergence of Community Drones (2012–2017). *Drones*, 3(4), 76. <https://doi.org/10.3390/drones3040076>
- Villaseñor Martínez, L. A. (2019). *Percepción local del mapeo y monitoreo comunitario con drones para la defensa territorial indígena* (informe profesional, Licenciatura en Ciencias Ambientales, Escuela Nacional de Estudios Superiores - Unidad Morelia de la Universidad Nacional Autónoma de México).