

Gestión de riesgos en cadenas de valor

Regulando la utilización de drones en Centroamérica y República Dominicana

Agustina Calatayud
Christian Schneider
Carolina Valencia

Sector de Instituciones para el Desarrollo

División de Conectividad, Mercados y Finanzas

DOCUMENTO PARA DISCUSIÓN N° IDB-DP-532

Gestión de riesgos en cadenas de valor

Regulando la utilización de drones en Centroamérica y República Dominicana

Agustina Calatayud
Christian Schneider
Carolina Valencia

Agosto de 2017

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2017 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto: Agustina Calatayud, mcalatayud@iadb.org.

Resumen

En el contexto de la IV Revolución Industrial, las nuevas tecnologías digitales prometen generar importantes cambios en la economía. En particular, estas tecnologías pueden mejorar radicalmente la gestión de riesgos en las empresas y las cadenas de valor y, con ello, su desempeño y productividad. Los vehículos aéreos no tripulados –conocidos también como drones– pueden traer grandes beneficios en actividades como las logísticas, agrícolas, financieras y productivas en general. Sin embargo, el uso de esta tecnología también conlleva importantes desafíos para las sociedades. En este contexto, el rol del sector público, en tanto promotor de un marco regulatorio que garantice el bien común al tiempo que no desincentive a la innovación, adquiere gran relevancia. Este documento reseña las lecciones aprendidas en esta materia y presenta un análisis comparado de las regulaciones de diferentes países. Ello con el propósito de brindar los lineamientos básicos para que los países de Centroamérica y la República Dominicana avancen hacia la elaboración de normativas para las operaciones de vehículos aéreos no tripulados en sus respectivos territorios.

Códigos JEL: H40, H80, I50; L98; O38; O54

Palabras clave: cadena de valor; UAV; UAS; vehículo aéreo no tripulado; drone; logística; regulación; tecnología; Centroamérica; República Dominicana

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	3
2. HACIA UN MARCO REGULATORIO	13
3. ¿QUÉ ES UN UAV?	18
4. ¿CUÁNDO SE APLICA LA REGULACIÓN?.....	22
5. ¿CÓMO Y DÓNDE DEBE OPERARSE UN UAV?	26
6. ¿QUIÉNES PUEDEN OPERAR UN UAV?	38
7. LINEAMIENTOS PARA ELABORAR UN MARCO REGULATORIO DE UAV.....	41
CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS	48

1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el contexto de la IV Revolución Industrial, las nuevas tecnologías prometen generar importantes cambios en la economía y las sociedades. En efecto, nos encontramos en el umbral de una revolución tecnológica que cambiará radicalmente el sistema de producción y la economía en general. Mientras que con la I Revolución Industrial se introdujo el vapor para mecanizar la producción, en la II Revolución Industrial se utilizó la energía eléctrica para crear la producción en masa y en la III Revolución Industrial se empleó la electrónica y la informática para automatizar la producción, la IV Revolución Industrial está caracterizada por el avance sin precedentes en las denominadas nuevas tecnologías digitales (tales como la inteligencia artificial, la robótica, el Internet de las Cosas y la impresión 3D) y su implementación en todos los procesos de la cadena de valor y en los diferentes sectores de la economía, desde, por ejemplo, la agroindustria hasta la logística.

Con especial atención a las cadenas de valor, las nuevas tecnologías digitales pueden mejorar radicalmente la gestión de sus riesgos y, con ello, su desempeño y productividad. Nos interesan las cadenas de valor porque constituyen la manera en la que se organizan las actividades productivas (Calatayud y Ketterer, 2016). Dichas cadenas comprenden al conjunto de actividades que abarca desde el diseño de un producto o servicio, hasta su entrega o prestación al consumidor final (Simchi-Levi et al., 2003). El adecuado funcionamiento de una cadena de valor puede verse afectado por una serie de riesgos, los cuales pueden obstaculizar el normal flujo de información, materiales y productos a lo largo de la misma. Tales riesgos pueden ser de carácter sistémico, de mercado, operativos, de liquidez o de crédito (Calatayud y Ketterer, 2016). La gestión de riesgos resulta cada vez más crítica en el contexto actual de mayores incertidumbres en la oferta y la demanda, la globalización de la producción y la cada vez mayor brevedad de los ciclos de vida de los productos y de la tecnología (Goldsby, 2009). Un paso importante hacia una mejor gestión de riesgos en las cadenas de valor es la incorporación de nuevas tecnologías digitales, como por ejemplo Internet de las Cosas, blockchain, inteligencia artificial, impresión 3D y vehículos no tripulados. Estas tecnologías están siendo utilizadas para mejorar la conectividad de los sistemas de información de los actores que participan en una cadena, generando una gran cantidad de datos en tiempo real, facilitando el monitoreo de procesos a lo largo de la cadena, y alertando de manera temprana ante la manifestación de algún riesgo (Calatayud, 2017). Todo ello permite tomar decisiones más

informadas, rápidas y de manera automatizada, disminuyendo la probabilidad de disrupciones ante un escenario de negocios más volátil y complejo.

Entre las nuevas tecnologías digitales, los vehículos aéreos no tripulados (UAV,¹ por sus siglas en inglés) están adquiriendo cada vez mayor importancia. De acuerdo con estimaciones de PwC (2016), el mercado de UAV —también denominados drones— podría alcanzar los US\$ 127.000 millones por año. En la Navidad de 2016, solamente en Estados Unidos, se vendieron cerca de 2,5 millones de UAV (Halsey, The Washington Post, 2016), duplicando las ventas de 2015. La Administración Federal de Aviación (FAA, por sus siglas en inglés) estima que para 2020 habrá más de 7 millones de drones en uso en dicho país (FAA, 2016). En el caso de Europa, la Unión Europea (2016) estima que la demanda de UAV ascenderá a EUR 10.000 millones al año hasta 2035 y superará los EUR 15.000 millones hacia 2050. Para ese año, se espera que en Europa haya alrededor de 7 millones de drones para uso recreativo y 400.000 drones para uso comercial y gubernamental.

La utilización de UAV puede traer grandes beneficios para diferentes actores y procesos dentro de las cadenas de valor. Los UAV están siendo testeados en una gran variedad de áreas. De los avances recientes se desprende que, dentro de los sectores más beneficiados, se encontrarían:

- *Logística*: los UAV están siendo testeados en un amplio rango de operaciones de transporte y logística como, por ejemplo, entrega de productos adquiridos a través del comercio electrónico, transporte de medicinas a zonas remotas, y transporte de equipo médico de emergencia hacia áreas con baja conectividad o congestionadas (recuadros 1 y 2). Se espera que, a través de la utilización de UAV, la conectividad física de las cadenas de valor pueda mejorar, mitigando así los riesgos de demora o disrupción en el flujo de materiales por ausencia, mala calidad o falla de infraestructura crítica (Calatayud, 2017)². Por ejemplo, ya existe evidencia disponible acerca de que, mediante la utilización de UAV, el costo de distribución de vacunas a zonas remotas podría reducirse en un 20% (Haidari et al., 2016).

¹ Unmanned aerial vehicles.

² La cadena de valor de fármacos y medicinas se encuentra entre las que han tomado el liderazgo en la introducción de UAV. Haidari et al (2016) citan ejemplos de testeos realizados por Matternet en Bután y Papúa Nueva Guinea para la distribución de medicinas, por UNICEF en Malawi para el transporte de pruebas de laboratorio, y por la Universidad Tecnológica de Delf en Europa para el transporte rápido de desfibriladores en el caso de paros cardíacos.

- *Infraestructura*: los UAV pueden ser utilizados para monitoreo y mantenimiento de redes de energía, transporte, agua, etc., mitigando los riesgos que las fallas en tales infraestructuras podrían tener para el normal funcionamiento de las cadenas de valor. En el caso de la energía eólica, por ejemplo, el costo de las tareas de monitoreo y mantenimiento podría disminuir en un 50% con el uso de UAV (PwC, 2016).
- *Seguros*: la utilización de UAV podría mejorar la evaluación y el monitoreo de riesgos, así como también constatar la ocurrencia de siniestros y el impacto de los mismos. La utilización de UAV podría contribuir a eliminar el fraude en la industria de los seguros que, de acuerdo con cálculos recientes, asciende a US\$32.000 millones por año (Insurance Information Institute, 2016).
- *Telecomunicaciones*: además del monitoreo y mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones, existen proyectos para, a través de UAV, brindar servicios de banda ancha a zonas remotas, sin necesidad de realizar costosas inversiones. Estos avances podrían contribuir, por ejemplo, a mejorar la tecnificación y digitalización de los proveedores agrícolas —primeros eslabones de las cadenas de valor agroindustriales— en zonas sin suministro de Internet, o con un suministro muy pobre.
- *Agricultura*: los UAV están siendo utilizados, entre otros, para facilitar la siembra, la provisión de nutrientes, la irrigación, el monitoreo de las condiciones climáticas, el relevamiento del estado del cultivo y del ganado, y el aseguramiento y manejo de riesgos (recuadro 3). Estos desarrollos serán cruciales para impulsar la productividad del sector agropecuario, el cual deberá satisfacer una demanda que se incrementará en más del 70% en las próximas tres décadas (FAO, 2012).
- *Seguridad*: la utilización de UAV para tareas de vigilancia puede tener un gran potencial para, por ejemplo, realizar operaciones de salvataje, evitar robos de ganado o minimizar mermas durante el transporte de mercancías, reduciendo así las pérdidas por actividades criminales y, por consiguiente, los costos de vigilancia. En el caso de operaciones de salvataje, la Asociación Internacional de UAV (AUVSI, por sus siglas en inglés) estima que su costo podría reducirse significativamente, pasando de un costo por hora entre US\$ 250 y US\$ 600 en el caso de operaciones que utilicen aeronaves tripuladas, a US\$ 3,36 en el caso en que se utilicen UAV (AUVSI, 2016).

RECUADRO 1. Utilización de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) en procesos logísticos (ejemplos)

La empresa UPS de transporte y logística está testeando el uso de UAV para realizar entregas en zonas rurales donde la conectividad física resulta difícil. Para ello, ha diseñado una furgoneta que contiene en su parte superior una plataforma de lanzamiento para un dron. El paquete a ser entregado es colocado por el conductor de la furgoneta dentro del contenedor especial anexo al dron. Mientras el dron realiza la entrega del paquete, el conductor puede realizar otra entrega. Luego, el dron y la furgoneta se encuentran en una dirección previamente establecida, donde el conductor carga un nuevo paquete para ser entregado por el dron. UPS estima que esta solución permitiría mejorar las operaciones de distribución de última milla y disminuir los gastos de combustible: si cada conductor redujera una milla en su recorrido diario, se ahorrarían hasta US\$ 50 millones por año (McFarland, CNN, 2017).

Testeo de UPS para la entrega con drones



Fuente: McFarland, M. 2017. UPS Drivers May Tag Team Deliveries with Drones. CNN Tech, <http://money.cnn.com/2017/02/21/technology/ups-drone-delivery/?mod=djemlogistics> (Consultado el 15 de junio de 2017)

DHL, otro operador logístico de relieve mundial, también está invirtiendo en el desarrollo de tecnología para la entrega de productos vía UAV. En 2016, la compañía realizó numerosas pruebas para la entrega de paquetes en zonas montañosas de Alemania, alejadas de los centros urbanos y con difícil acceso vial. En tan sólo ocho minutos, los UAV recorrieron trayectos para los que normalmente se emplean 30 minutos de transporte terrestre (Wired, 2016).

A principios de 2017, Matternet y Swiss Post comenzaron a trasladar pruebas de laboratorio vía UAV entre dos hospitales en la ciudad de Lugano, Suiza. En cada hospital existe una plataforma de lanzamiento donde el personal coloca las pruebas a ser trasladadas. Los drones son activados a través de una aplicación de teléfono móvil.

Por su parte, Domino's ha realizado diferentes pruebas de vuelo en Nueva Zelanda, Alemania y Holanda para la entrega de pizzas mediante UAV. La compañía sugiere que su empleo permitirá disminuir radicalmente los tiempos de entrega, expandir la zona de alcance de las órdenes a domicilio y conservar la calidad del producto en tránsito.

RECUADRO 2. Logística de materiales sanitarios en República Dominicana

En el marco de un proyecto del Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) —miembro del Grupo BID— para mejorar la cobertura de salud en zonas rurales de República Dominicana, se está probando una red segura de transporte de insumos de salud por medio de UAV (BID, 2016). Con este propósito, se utilizan UAV que despegan y aterrizan en plataformas ubicadas cerca de hospitales. Estas plataformas poseen un patrón visual especial que los UAV pueden identificar para realizar un aterrizaje preciso, con mayor exactitud que la que brinda la tecnología GPS. Se utiliza también una aplicación móvil e informática en la nube para aprobar las rutas de vuelo antes del despegue y ejecutar el itinerario de los UAV.

El sistema tiene una fiabilidad de 2.000 horas al año sin requerimientos de supervisión. Este es un elemento importante, dado que la fiabilidad determina la seguridad pública, los costos de seguros y las aprobaciones normativas. Los UAV sólo vuelan desde o hacia un lugar identificado, despejado y aprobado, que esté previamente registrado a través de la aplicación móvil. Ello permite que las autoridades de aviación puedan predecir la situación del tráfico aéreo y evitar conflictos con otras aeronaves. El programa informático en la nube supervisa toda la red y ofrece información en tiempo real sobre lo que se transporta, el lugar de procedencia y destino, la identidad del remitente y del destinatario, así como los lugares de despegue o aterrizaje de los UAV. Los UAV poseen hélices protegidas para que no estén expuestas, lo que reduce cualquier daño que pudieran ocasionar a las personas que se encuentren a su alrededor. Asimismo, disponen de un contenedor cerrado y seguro que protege la carga que transportan y tienen dos mecanismos contra fallos (paracaídas) que se activarían en caso de mal funcionamiento del vehículo, y que harían que redujera la velocidad si se corriera el riesgo de impacto. Además de la sólida tecnología y la arquitectura segura del sistema, los UAV tienen una póliza de seguro que cubre la responsabilidad por daños y perjuicios causados a terceros o a sus propiedades por un valor de hasta US\$ 1 millón.

Este es el primer proyecto en América Latina y el Caribe que utiliza UAV como medio de transporte para insumos de salud. Se espera que el empleo de UAV contribuya a superar el obstáculo de la falta de infraestructura terrestre adecuada en zonas remotas, facilitando la reducción de tiempos, costos y riesgos en el traslado de insumos médicos entre tales zonas y los laboratorios y centros de distribución.

RECUADRO 3. La innovación agrícola y el uso de UAV

Las nuevas tecnologías pueden beneficiar al desarrollo agrícola y potenciar el aprovechamiento de recursos, reforzando uno de los primeros eslabones de las cadenas de valor agroindustriales. Los UAV surgen como herramientas para ayudar a la agricultura en todo el mundo, con particular en relación al monitoreo de cultivos, control de plagas y acceso a microseguros agrícolas (CTA, 2016). A fin de obtener el máximo aprovechamiento de esta tecnología, se requieren regulaciones que, por un lado, promuevan el desarrollo de la oferta (desarrollo del sector privado orientado a este sector) y, por otro, incentiven la demanda (educación y promoción de los beneficios del uso de UAV), protegiendo a su vez la seguridad y la privacidad de la población. A continuación, se presentan algunos ejemplos de la utilización de UAV en agricultura.

Manejo del agua para la producción arroceras en Sri Lanka. El Instituto Internacional de Manejo del Agua ha comenzado a experimentar con la tecnología de UAV para apoyar una amplia gama de estudios en Sri Lanka. Los UAV se utilizan para mejorar las capacidades de recolección de datos a través de la toma de fotografías aéreas. Estas imágenes se están empleando, por ejemplo, para detectar campos de arroz bajo estrés y zonas de baja altura propensas a inundarse. Asimismo, el mencionado Instituto está trabajando con el Gobierno de Sri Lanka para desarrollar un plan de mitigación de desastres en ciertas zonas del país. En el caso de Badulla, capital de la provincia de Uva, se requería un Modelo de Elevación Digital de alta resolución de la ciudad. Con técnicas convencionales, habría tomado más de un año estudiar la ciudad. Sin embargo, a partir de la utilización de un UAV, la zona pudo ser analizada en sólo tres días, mediante catorce vuelos y recogiendo 4.600 imágenes de alta resolución, con una resolución espacial promedio de cuatro centímetros.

UAV que detectan el estrés en los cultivos. En un proyecto de colaboración científico-tecnológica, investigadores sudamericanos y africanos del Centro Internacional de la Papa (CIP) emplearon drones para obtener datos sobre los cultivos de camote de pulpa anaranjada (conocida en inglés como *sweet potato*) en Tanzania. El estudio de campo se realizó durante dos semanas, obteniéndose imágenes que luego fueron procesadas y analizadas en las oficinas centrales del CIP en Lima. La calidad de los datos obtenidos por los UAV permitió distinguir con gran precisión los usos de la tierra y la estimación del área por cada uso. Con financiamiento de la Fundación Bill y Melinda Gates, los investigadores planean desarrollar un sistema de teledetección adaptado a las necesidades de los pequeños agricultores. Mediante el uso de datos aéreos, los agricultores podrán tomar decisiones más adecuadas sobre cuándo sembrar sus cultivos y cuáles son las variedades más aptas, reduciendo así los riesgos de perder cosechas y sus consiguientes impactos en materia de seguridad alimentaria.

Microseguros agrícolas con mayor acceso en la India. La industria de los microseguros agrícolas podría beneficiarse con los UAV, previniendo problemas financieros y expandiendo la cobertura a más pequeños productores. En India, menos de 23% de los agricultores tiene una póliza de seguro para sus cultivos, e inclusive, quienes están

asegurados sufren regularmente dificultades financieras por el retraso en los pagos. Los desembolsos suelen demorar debido al lento proceso de evaluación de daños, ya que el personal de la oficina de registro de tierras debe viajar de pueblo en pueblo para realizar las inspecciones. Esto significa que las aseguradoras requieren un largo tiempo para recibir datos precisos y oportunos para realizar los pagos. Ante esta realidad, el Gobierno ha lanzado un proyecto piloto de seguros de cultivos, que combina datos agrícolas recogidos por UAV con imágenes satelitales de alta definición y datos obtenidos de los teléfonos inteligentes de los agricultores. Las imágenes aéreas pueden utilizarse para clasificar las zonas analizadas en tierras cultivadas y no cultivadas, así como para evaluar la magnitud del daño causado por los desastres naturales. Por su parte, también pueden utilizarse para: (i) reunir datos topográficos y de elevación a fin de monitorear la erosión del suelo y diseñar con mayor precisión los sistemas de drenaje de agua y riego; (ii) realizar análisis más rápidos y precisos sobre la sanidad de los cultivos, agilizando el procesamiento de reclamos por parte de las aseguradoras; (iii) construir modelos estadísticos de manejo de riesgos basados en los rendimientos históricos, las plagas y los datos climáticos; (iv) detectar y predecir infestaciones de plagas, información que las empresas de seguros podrían compartir con los agricultores; y (v) detectar fraudes y evitar que el mismo lote de tierra sea asegurado varias veces, o que se denuncien daños donde no los hay.

Los UAV se asocian con los animales para salvar los cultivos de aguacate. El invasivo escarabajo ambrosía del laurel rojo, que apareció por primera vez en Estados Unidos en el año 2000, es oriundo de la India, Japón, Myanmar y Taiwán. Aunque los escarabajos no son una plaga peligrosa en su área de origen, no sucede lo mismo en Estados Unidos, donde son temidos porque transmiten el hongo *Raffaelea lauricola*, que causa una enfermedad vascular en los árboles llamada marchitez del laurel. Esta enfermedad ya ha matado aproximadamente a 500 millones de árboles silvestres de laurel en los bosques costeros del sureste de Estados Unidos. Para contener la propagación del hongo, la Universidad Internacional de Florida ha desarrollado un programa de detección que combina la vigilancia del UAV con la detección canina de olores. La detección de árboles infectados comienza con los UAV, que son menos costosos para esta tarea que los helicópteros tripulados. Los UAV llevan instrumentos de digitalización de imágenes térmicas capaces de buscar árboles estresados desde el cielo. Las cámaras espectrales montadas en los UAV pueden identificar la forma espectral única de la marchitez del laurel y de otros factores de estrés, permitiendo a los analistas detectar los árboles afectados antes de que los síntomas sean visibles a simple vista. Luego de usar UAV para identificar las zonas afectadas en las plantaciones de aguacate, perros entrenados en detección de olores pueden buscar árboles infectados en áreas más pequeñas y manejables. En la primera etapa del piloto, en sólo un mes, los perros —con ayuda de los drones— habían identificado aproximadamente 200 árboles sospechosos de estar infestados, lo que fue confirmado luego mediante pruebas de laboratorio.

A pesar de estos beneficios, los UAV también conllevan importantes desafíos para las sociedades. Hechos recientes dan cuenta de algunos riesgos derivados de una inadecuada utilización de estas aeronaves. Por ejemplo, en 2013, un UAV se estrelló cerca de la canciller alemana Ángela Merkel, durante un acto de la campaña electoral del Partido Demócrata Cristiano (Mick, Dailytech, 2013). En 2014, un UAV estuvo a punto de colisionar con un avión Airbus A320 que despegaba del aeropuerto de Heathrow en Londres (Pigott, BBC, 2014). Ese mismo año, un dron que estaba fotografiando un triatlón en Australia colisionó con una atleta (BBC, 2014). En 2015, un dron que transportaba metanfetaminas entre México y Estados Unidos fue descubierto al estrellarse en el estacionamiento de un supermercado en Tijuana (NBC, 2015). Además de los desafíos que estas aeronaves presentan para la seguridad del espacio aéreo, otros temas de debate son el impacto que los drones pueden tener en la protección de la privacidad de las personas, la protección de la fauna y la flora, y la contaminación del aire y sonora.

En este contexto, la acción del sector público tiene gran relevancia. Debido a los potenciales beneficios y desafíos que la utilización de UAV podría presentar para la economía y la sociedad, así como también los avances en materia de tecnología y aplicación de estos sistemas, las autoridades de diferentes países han comenzado a buscar la manera de integrar los UAV en la regulación del espacio aéreo nacional e internacional, con el fin de potenciar sus beneficios y minimizar los riesgos de su operación. Desde un punto de vista conceptual, la intervención pública se justifica por la presencia de externalidades, que surgen cuando los beneficios o las pérdidas derivadas de una transacción son apropiados por terceros no involucrados en la misma. La existencia de bienes públicos también da lugar al accionar del sector público. En el caso de los UAV, la regulación sobre el uso del espacio aéreo establece el uso de un bien —el espacio aéreo— que, de lo contrario, sería de libre acceso a todos aquellos que lo desearan, con las consecuencias negativas que ello podría ocasionar en materia de seguridad. Finalmente, la existencia de información asimétrica entre los productores y comercializadores de UAV, por un lado, y los usuarios y la población en general, por el otro, justifica la necesidad de actuación por parte de la política pública, para asegurar subsanar tal asimetría, por ejemplo en relación a los beneficios, oportunidades y costos de la tecnología UAV.

A nivel global, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) se encuentra trabajando en la elaboración de estándares y prácticas para la regulación de los UAV y su integración en el espacio aéreo. La OACI es el organismo especializado de las Naciones

Unidas encargado de la administración de los principios establecidos en el Convenio sobre Aviación Civil Internacional (también llamado “Convenio de Chicago” por el lugar de su firma, el 7 de diciembre de 1944). En dicho convenio se establecen los derechos y restricciones de los Estados contratantes (191 en la actualidad) para un desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional. Respecto a las aeronaves sin piloto, el artículo 8 del convenio establece que “ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización”. Asimismo, establece que “cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles”. Se espera que para 2018 la OACI publique un manual de referencia para las operaciones de UAV y para 2020 complete el proceso de elaboración de estándares y prácticas para la regulación de UAV. Mientras tanto, ante la falta de una norma internacional dictada por la OACI, diferentes Estados miembro han avanzado en la elaboración de regulaciones provisorias para las operaciones de UAV. Tales regulaciones deberán posteriormente ser ajustadas a los estándares y prácticas que serán emitidos por la OACI en 2020.

A nivel nacional, existe una gran diferencia en el enfoque adoptado por cada país para regular las operaciones de UAV. Los organismos competentes sobre el espacio aéreo han sido los encargados de establecer el enfoque de cada país en esta materia. Cabe resaltar que el propósito de estos organismos y de la regulación bajo su mandato es velar, ante todo, por la seguridad del territorio y de sus ciudadanos. Por eso, algunos organismos han optado directamente por prohibir el sobrevuelo de UAV en el espacio aéreo, por considerar que constituyen un riesgo para la seguridad. Otros organismos, sin embargo, han adoptado enfoques que poseen diferente grado de apertura a los UAV, estableciendo medidas que resguardan la seguridad pero que, a la vez, no eliminan los incentivos a la innovación y a la adopción tecnológica.

Los países de Centroamérica³ y la República Dominicana (en adelante, CRD) también presentan divergencias en cuanto a la regulación de UAV. Mientras que Panamá ha emitido una regulación que, a priori, puede considerarse bastante amplia, las de Costa Rica, Guatemala y República Dominicana son menos comprehensivas; Nicaragua directamente ha prohibido la operación de drones, y Honduras y El Salvador no cuentan

³ Incluye a Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá.

con regulaciones al respecto. Las situaciones de vacío regulatorio o de regulación incompleta requieren especial atención, dado que puede generar situaciones que pongan en peligro la seguridad nacional. Por ejemplo, en 2015, un UAV que transportaba material radiactivo fue encontrado en el techo de la oficina del Primer Ministro de Japón. Esta situación llevó a la revisión del marco normativo en el país que, hasta ese momento, no regulaba las operaciones de UAV que volaran por debajo de los 250 metros de altura, salvo en zonas aeroportuarias (Associated Press in Tokyo, The Guardian, 2015). En el mismo año, un dron se accidentó en inmediaciones de la Casa Blanca de Estados Unidos, alimentando el debate sobre la necesidad de regular estas aeronaves (Miller, Time, 2015). A su vez, los marcos regulatorios restrictivos o prohibitivos pueden tener un impacto negativo en los avances tecnológicos y obstaculizar la obtención de los beneficios esperados para la economía y la sociedad. Como se explica más adelante, estudios recientes consideran que el enfoque gradual y basado en la gestión de riesgos en materia de UAV es el más adecuado para velar por la seguridad del territorio nacional y de sus ciudadanos, a la vez que permite e incentiva el desarrollo de la tecnología (OACI, 2016).

En este contexto, el propósito de este documento es revisar los enfoques regulatorios existentes a nivel internacional, sobre la base de lo cual elaborar una guía hacia el establecimiento de un marco regulatorio para UAV en los países de CRD — especialmente para aquellos casos donde haya vacío regulatorio y donde se prohíba las operaciones de UAV— que estimule el avance tecnológico en esta materia, a la vez que proteja la seguridad del territorio y sus ciudadanos. Para ello, se analizará el marco regulatorio de los países de CRD y de países cuyas regulaciones pueden servir como punto de partida para establecer tales lineamientos. Estos países son:

- Estados Unidos, por el enfoque gradual adoptado en su regulación.
- El Reino Unido, dado que también aboga por un enfoque gradual e, inclusive, ha incorporado en la regulación a todas las categorías de UAV, permite realizar operaciones fuera de la vista del piloto y establece requerimientos en materia de seguro para las aeronaves.
- Australia, por tener una de las primeras regulaciones a nivel mundial en materia de UAV y haber realizado recientemente una revisión sustancial del marco regulatorio, introduciendo nuevos conceptos y permitiendo reducir costos en las operaciones de UAV de bajo riesgo.

- Argentina, por ser un país de América Latina y por regular todas las operaciones de UAV, cualquiera sea su naturaleza.

Con objeto de comparar las legislaciones y extraer los lineamientos necesarios para elaborar una guía para los países de CRD, se adoptaron las categorías generadas por la OACI (2016), que pueden resumirse en cuatro preguntas que se realizan a cada regulación:

- i. ¿Qué es un UAV?
- ii. ¿Cuándo se aplica la regulación de los UAV?
- iii. ¿Cómo y dónde debe operarse un UAV?
- iv. ¿Quién puede operar un UAV?

Las secciones siguientes abordan cada una de estas preguntas presentando un estudio comparado de las regulaciones de los países seleccionados. Al comienzo de cada sección, y considerando las buenas prácticas en esta y otras temáticas relacionadas con avances tecnológicos, se definirán lineamientos que se consideran clave para elaborar una regulación en la materia. Tales lineamientos servirán de guía para realizar el estudio comparado de las regulaciones seleccionadas, así como para identificar eventuales desviaciones. Previamente al abordaje de las cuatro preguntas, se incluirá un resumen del proceso llevado a cabo por cada país para diseñar su marco regulatorio. La sección final de este documento presentará los lineamientos hacia la elaboración de un marco regulatorio de UAV para los países de CRD, particularmente para aquellos casos donde haya vacío regulatorio, se prohíba las operaciones de UAV o la regulación se encuentre incompleta, que resguarde la seguridad sin dejar de incentivar la innovación y el desarrollo tecnológico.

2. HACIA UN MARCO REGULATORIO

El camino hacia la elaboración de un marco regulatorio para UAV puede ser diferente en cada país. Ello depende de, entre otros, los procesos vigentes para emitir regulaciones, los actores partícipes en la elaboración de tales regulaciones, las experiencias internacionales disponibles al momento de elaborar las regulaciones y el grado de flexibilidad para

modificar tales regulaciones. A continuación, se analizará el camino tomado por cada uno de los países seleccionados.

A pesar de las particularidades de cada caso, las experiencias internacionales en la elaboración de regulaciones en esta temática, y en otras relacionadas con avances tecnológicos, evidencian ciertos elementos que son clave en la creación de un marco regulatorio. Dichos elementos son:

- Identificación de las autoridades competentes para elaborar el marco regulatorio.
- Amplio proceso de consulta acerca de los lineamientos que estarían contenidos en la regulación.
- Análisis de la complementariedad y concordancia de las propuestas regulatorias para UAV con las demás regulaciones y leyes vigentes.
- Diálogo con el sector privado a fin de emitir una regulación que, asegurando el bien común, no desaliente la innovación y el desarrollo tecnológico.
- Conciencia de que la elaboración de un marco regulatorio para temas novedosos necesita de un tiempo de maduración para que los responsables puedan adquirir mayor conocimiento sobre la temática, realizar las consultas antes mencionadas e identificar buenas prácticas.
- Flexibilidad para modificar la regulación emitida, que podrá ser actualizada según los avances de la tecnología, de desarrollo regulatorio y de buenas prácticas internacionales.

En el caso de los Estados Unidos, ya en 2008 las autoridades comenzaron a buscar la manera de integrar los UAV a la regulación del espacio aéreo nacional. En 2012, el Congreso aprobó la ley 112-95 de Modernización y Reforma de la *Federal Aviation Administration* (FAA). La Sección 333 de esta ley autorizaba al director de la FAA a determinar si los UAV que no presentaran riesgo alguno para la seguridad nacional, y tampoco tuvieran mayor riesgo para la población, podían ser operados en el espacio aéreo nacional y, en caso favorable, bajo qué requisitos debían hacerlo. En febrero de 2015, la FAA publicó el Aviso de Modificación Normativa para la adopción de regulaciones específicas para las operaciones de pequeños UAV en el espacio aéreo nacional. El aviso recibió más de 4.600 comentarios del público, los cuales fueron considerados para la elaboración de la normativa final, emitida el 28 de junio de 2016 y en vigencia desde el 29 de agosto de 2016. El proceso concluyó con la adición de una nueva sección (la número

107, denominada *Part 107* en inglés) al capítulo 14 del Código de Regulaciones Federales, para permitir y regular UAV de tamaño pequeño y operados con propósito civil no recreativo. En la normativa se manifiesta explícitamente el enfoque gradual adoptado por la FAA, se menciona que la regulación estará sujeta a futuras modificaciones y se establece la posibilidad de conceder exenciones para gran parte de las disposiciones adoptadas. Con el fin de incentivar el diálogo público-privado y la coordinación hacia el interior del sector público, la FAA participa en diferentes grupos y comités. También financia investigaciones y participa de testeos tecnológicos en las áreas del territorio estadounidense específicamente designadas.

En cuanto al Reino Unido, en 2002 se agregó el capítulo 722 a la *Air Navigation Order*, el cual establece lineamientos específicos para los UAV. Esta última y la *Civil Aviation Act* de 1982 son las principales normativas que regulan a los UAV. Consciente de la dinámica del sector, la Autoridad Civil de Aviación (CAA, por sus siglas en inglés), ente regulador del espacio aéreo en el país, también aboga explícitamente por un enfoque gradual y establece que el capítulo 722 es un documento vivo, que debería actualizarse continuamente según el avance de la tecnología, la identificación de buenas prácticas y el diálogo con la industria. En este sentido, el capítulo 722 ha sido revisado en seis ocasiones hasta la versión disponible actualmente, que data de marzo de 2015. En cada revisión, el proyecto correspondiente fue sometido a consulta pública y se consideraron los comentarios recibidos. Al igual que en el caso de Estados Unidos, el gobierno del Reino Unido ha creado diferentes iniciativas para avanzar en el desarrollo de la tecnología y establecer una colaboración estrecha con el sector privado, las organizaciones de la sociedad civil y la comunidad académica. Entre ellas se encuentran los fondos destinados al programa “Innovate UK”, a través del cual se financia un gran número de proyectos relacionados con UAV; el apoyo a los testeos realizados en la zona especial localizada en Gales; y el desarrollo de material y la realización de *workshops* para la concientización de la sociedad civil sobre el uso seguro de los UAV.

En Australia, en 1998 se aprobó la regulación de las aeronaves no tripuladas (*Civil Aviation Safety Regulations* o CASR, por sus siglas en inglés) y cuatro años después fueron reguladas las aeronaves pilotadas remotamente, cuyo marco regulatorio vigente se encuentra en la Sección 101 de la Regulación para la Seguridad de la Aviación Civil. Luego de revisar la implementación de la regulación, revisión que contó con un Aviso de Modificación Normativa en 2014 y con un proceso de consulta pública, la *Civil Aviation Safety Authority* (CASA) inició dos proyectos para modernizar la regulación en la Sección

101. El primero de estos proyectos se enmarca en la revisión general y particular de diferentes aspectos de dicha sección, por ejemplo en relación al manejo de riesgos emergentes asociados con el uso de UAV de tamaño grande y de los usados para fines comerciales, que actualmente no forman parte del alcance de la regulación. El segundo de los proyectos está orientado a revisar la regulación y proporcionar material de orientación relacionado con los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS, por sus siglas en inglés), con el objetivo de actualizar la regulación y brindar mayor orientación a la industria sobre los requisitos regulatorios y los procesos de aprobación para la operación comercial de los UAS. Este proyecto se compone de dos fases: (i) aprobación tanto de enmiendas a la Sección 101, como de un conjunto de circulares que suministran orientación a la industria (en marzo de 2016 fue promulgada la enmienda a la Sección 101, entrando en vigor en septiembre del mismo año y reconociendo que la complejidad de determinados aspectos justifica su abordaje en un manual de estándares que se elaborará en conjunto con la industria); y, (ii) revisar y actualizar toda la regulación para UAS.

En Argentina, en febrero de 2015 se comenzó a elaborar un reglamento provisional sobre UAV, con la posibilidad de que los interesados expresaran sus opiniones y propuestas. Las mismas fueron analizadas y motivaron modificaciones en el proyecto. En agosto del mismo año, la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), autoridad competente en materia de regulación del espacio aéreo del país, elaboró el Reglamento Provisional de los Vehículos Aéreos no Tripulados (Resolución No. 527/2015), donde se reconoce que la regulación será un proceso evolutivo y gradual debido a los constantes cambios del sector. En este sentido, representantes del sector privado, la comunidad académica y la sociedad civil sugieren la conformación de un grupo de trabajo amplio para la discusión periódica sobre las posibilidades de revisión del reglamento.

La iniciativa de regular los UAV en Costa Rica surgió a partir de un incidente ocurrido en 2015, cuando un UAV cayó cerca de una de las oficinas del Poder Judicial. Ante este suceso, que tuvo gran repercusión nacional, el Consejo Técnico de Aviación Civil (CETAC), órgano competente en todo lo referente a la aeronáutica, elaboró una normativa de emergencia. Excluyendo dicha normativa transitoria, Costa Rica carece de normas específicas que regulen la utilización de estas aeronaves, ya que ni la Ley General de Aviación Civil ni sus reglamentos contienen disposiciones con relación al uso de UAV. Se espera que, en un futuro cercano, se promulgue una ley más completa de aviación para la correcta regulación de los UAV.

Por su parte, si bien la OACI ha sugerido a sus miembros desarrollar regulaciones transitorias mientras se elaboran las reglas internacionales definitivas para la operación de vehículos aéreos no tripulados, Honduras no ha emitido aún regulaciones al respecto, a pesar de que también allí se han registrado accidentes.⁴ La Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DGAC) manifestó que están desarrollando una regulación transitoria, pero que el proceso de aprobación podría retrasarse y coincidir con el lanzamiento de la regulación internacional de la OACI. Honduras es estado contratante del Convenio de Chicago, el cual prohíbe “la navegación de estas aeronaves, a menos que se cuente con la autorización de tal Estado y se desarrolle esa navegación de conformidad con los términos de dicha autorización”. Sin hacer mención sobre las operaciones de aeronaves no tripuladas en su Ley de Aeronáutica Civil de 2004, la operación de estas aeronaves se encuentra prohibida en el país.

En Guatemala también fue un accidente⁵ con un dron lo que ocasionó la reacción de las autoridades de regulación. En julio de 2013 la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) emitió una regulación sobre aeronaves no tripuladas, aeronaves de modelismo y fuegos artificiales.

Luego de un accidente menor en Nicaragua, las autoridades aeronáuticas optaron por prohibir la operación de drones en todo el territorio nacional, a diferencia de otros países que emitieron regulaciones de emergencia.⁶ Al respecto, el Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC) informó que, a fin de que el espacio aéreo nicaragüense fuera más seguro, ordenado y eficiente, prohibía el uso de UAV que operaran a una altura mayor de los 100 pies y tuvieran un desplazamiento mayor a los 30 metros horizontales, ya que constituyen un obstáculo en el espacio aéreo. Se prohibió también el ingreso de repuestos o cualquier artefacto relacionado (cámaras fotográficas, filmadoras) con la aviación de ultraligeros con o sin motor, como planeadores, paracaídas, alas delta, parapentes, aeronaves no tripuladas o piloteadas a distancia (drones). Toda persona que anteriormente hubiera introducido partes, repuestos o artefactos relacionados, o que hubiera armado, refaccionado o reparado dichas aeronaves, tiene prohibido realizar vuelo.

⁴ Para más información, véase el artículo periodístico disponible en: <http://www.proceso.hn/nacionales/item/137515-uso-indiscriminado-de-los-drones-demanda-una-ley-que-les-regule-en-honduras.html> (Consultado el 17 de julio de 2017).

⁵ Para más información, véase el artículo periodístico disponible en: http://www.prens Libre.com/noticias/comunitario/Temen-amenaza-aerea-drones-control_0_1155484446.html (Consultado el 17 de julio de 2017).

⁶ Esta restricción puede consultarse en: <http://www.inac.gob.ni/2014/11/restriccion-para-uso-de-drones/> (Consultado el 17 de julio de 2017).

En el caso de Panamá, a finales de 2014 se comenzó a elaborar un proyecto de ley para la regulación de UAV que incluyó consultas al sector privado. Dados los constantes cambios en la industria y en la tecnología, la Autoridad Aeronáutica Civil (AAC) optó por emitir en marzo de 2016 una resolución (No. 120), previamente consultada con el sector privado, a fin de proporcionar un marco regulatorio para las operaciones de drones. Con el objetivo de lograr consenso, se realizó una campaña para explicar a la sociedad que la regulación no negaba los beneficios del uso de drones en actividades como la agricultura y los servicios, sino que pretendía preservar la seguridad y la privacidad de los ciudadanos.

Finalmente, siguiendo las sugerencias de la OACI, en julio de 2015 el Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) dictó la Resolución 008-2015 que regula las operaciones de UAV en el territorio de República Dominicana. Dicha norma establece restricciones para evitar que el uso de estos equipos ponga en peligro propiedades públicas y privadas, o que cause daño a las personas. El sector privado respondió de forma positiva ante la creación de esta regulación.

3. ¿QUÉ ES UN UAV?

Definir lo que se entiende por UAV es clave para determinar los alcances de cada regulación. En las regulaciones analizadas, los UAV son definidos en torno a tripulación, parámetros de peso y propósito para el cual se utilizan. Algunas regulaciones son más específicas que otras en cuanto a las características técnicas de los UAV, por ejemplo, en relación con los motores y tipo de baterías. A pesar de las diferencias en la definición, las experiencias internacionales en la elaboración de regulaciones en esta temática, y en otras relacionadas con avances tecnológicos, evidencian algunos elementos clave para diseñar un marco regulatorio. Dichos elementos son:

- Definir con claridad lo que se entiende por UAV, para poder establecer el perímetro de la regulación.
- Emitir —cuando la tecnología sea incipiente— regulaciones en torno a aquellas características que tiendan a su estandarización, para evitar que los constantes avances tecnológicos vuelvan obsoletas las disposiciones emitidas.
- Destinar recursos a la investigación sobre los impactos de la tecnología, con el fin de emitir regulaciones en el caso de que sus características técnicas pongan

en riesgo el bien común (por ejemplo, daño al medioambiente y la fauna, contaminación del aire, contaminación sonora).

- Asegurar la participación de las autoridades competentes en los organismos, generalmente privados o público-privados, creados para la elaboración de estándares en la materia.

En los Estados Unidos, la Sección 107 aprobada por la FAA regula las operaciones de UAV pequeños que sean utilizados con fines civiles no recreativos. La normativa define a un UAV pequeño como aquella aeronave no tripulada cuyo peso es menor a 55 libras o 25 kg, y que posee el equipamiento necesario para operar de manera segura y eficiente. Como aeronave “no tripulada” se refiere a la que es operada sin la posibilidad de intervención humana directa desde o sobre la nave. Las 55 libras permitidas como peso del UAV corresponden al peso total de la aeronave al momento de despegue, incluyendo todo lo que se encuentra a bordo de la misma. De acuerdo con esta definición, la Sección 107 no aplica a todas las operaciones de UAV sino, como se dijo anteriormente, sólo a las operaciones de UAV pequeños utilizados con fines civiles no recreativos. Dado que la FAA se encuentra recolectando información sobre todos los UAV, las especificaciones sobre estándares y características técnicas han quedado por fuera de esta normativa. La información reunida por la FAA podrá ser utilizada para determinar estándares de certificación de UAV, particularmente para aquellos que excedan las 55 libras y/o que utilicen sistemas de propulsión que emitan mayores niveles de sonido que las aeronaves actuales. La FAA participa en diferentes grupos y comités público-privados creados para avanzar hacia la elaboración de estándares en este sector de la tecnología. También financia investigaciones y participa de testeos de la tecnología en las áreas del territorio estadounidense específicamente designadas.

En el Reino Unido, el capítulo 722 de la *Air Navigation Order* define a un vehículo aéreo no tripulado como una aeronave destinada a volar sin piloto a bordo, capaz de mantener vuelo por medios aerodinámicos, siendo piloteada remotamente y/o con capacidad de ser operada de manera autónoma, es reutilizable y no se encuentra clasificada como un arma. Por su parte, un sistema de aeronave no piloteada (UAS) comprende al vehículo aéreo no tripulado, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control, y el elemento de lanzamiento y recuperación del vehículo. La regulación de este país va más allá que la estadounidense y reconoce tres categorías de UAV definidas en torno a su peso: (i) vehículos aéreos no tripulados

pequeños, con peso igual o menor a 20 kg; (ii) vehículos aéreos no tripulados livianos, con peso superior a 20 kg y menor o igual a 150 kg; y (iii) vehículos aéreos no tripulados, con peso mayor a 150 kg. Mientras que los UAV que se encuentren en las primeras dos categorías estarán sujetos a la CAA del Reino Unido, los UAV de la última categoría estarán sujetos a la Agencia Europea de Seguridad Aérea. Al igual que en Estados Unidos, la CAA del Reino Unido participa en diferentes grupos y comités público-privados creados para avanzar hacia la elaboración de estándares en este sector de la tecnología. También financia investigaciones y participa de testeos en las áreas del territorio específicamente designadas.

En Australia, la regulación de 2016 creó nuevas clasificaciones conforme al peso de los UAV: (i) micro, con peso menor a 100 g; (ii) muy pequeños, con peso menor a 2 kg; (iii) pequeños, con peso entre 2 y 25 kg; (iv) medianos, con peso entre 25 y 150 kg; y (v) grandes, con peso mayor a 150 kg. Por otra parte, se introdujo el concepto de UAV excluidos para operaciones de menor riesgo que ameritan la disminución de requisitos regulatorios. También se establecen nuevas normas para los UAV pequeños, permitiéndose su operación con propósitos comerciales sin la necesidad de contar con una certificación previa o licencia, siempre que se dé cumplimiento a las condiciones de operación estándar.

En Argentina, la regulación define a un UAV como un vehículo aéreo que no lleva a bordo un piloto a los mandos. Asimismo, define a un UAS como el conjunto de elementos configurables integrado por un vehículo aéreo pilotado a distancia (UAV), sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento del sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo. Al igual que la regulación del Reino Unido, la regulación argentina distingue tres categorías de UAV según su peso, aunque los límites de pesos difieren de aquellos establecidos por el Reino Unido de la siguiente manera: (i) UAV pequeños, de hasta 10 kg de peso vacío; (ii) UAV medianos, de entre 10 kg y 150 kg de peso vacío; y (iii) UAV grandes, de más de 150 kg de peso vacío. Asimismo, y de modo equivalente a lo que sucede en Estados Unidos y el Reino Unido, Argentina destina recursos para la investigación y el desarrollo de tecnología de UAV, para su aplicación en sectores como el agrícola, el forestal y el marino.

En el caso de Costa Rica, la regulación de emergencia considera que un UAV consiste en una aeronave pilotada a distancia y no tripulada. A diferencia de otras legislaciones (como la de Estados Unidos), la definición también incluye a aeronaves no

tripuladas de aeromodelismo. La regulación costarricense separa a los UAV en cuatro categorías según su peso completo al momento del despegue, es decir, teniendo en cuenta los accesorios o hélices especiales. Los límites de peso difieren de aquellos establecidos en las regulaciones del Reino Unido y de Argentina: (i) micro drones de hasta 100 g; (ii) drones pequeños de hasta 2 kg; (iii) drones livianos de hasta 25 kg; y (iv) drones grandes de hasta 150 kg. Al igual que en el Reino Unido y Argentina, y a diferencia de Estados Unidos, en Costa Rica todas estas categorías están reguladas. En caso de existir un UAV de peso mayor a 150 kg, se entiende que su operación es contemplada bajo otra categoría, al encontrarse por fuera de la definición básica de UAV. La regulación costarricense no menciona otras características o estándares técnicos.

De acuerdo con la regulación de Guatemala, una aeronave se define como toda máquina que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las de este contra la superficie de la Tierra. Una aeronave que vuela sin piloto a bordo se clasifica como no tripulada. Todas las aeronaves no tripuladas, ya sean pilotadas a distancia, autónomas o una combinación de ambas, están sujetas al mandato de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). Los vehículos no tripulados son clasificados en: (a) aviones pequeños de aeromodelismo que vuelan en un círculo y se controlan en la altitud por medio de un cable limitado unido a un mango o cabo por la persona que opera la aeronave; (b) aeronaves de aeromodelismo operadas en el interior de una instalación y/o estructura; y (c) aeronaves no tripuladas a gran escala (grandes UAV). La categoría UAV grande incluye: (a) un dirigible no tripulado con una capacidad de envoltura de más de 170 metros cúbicos; (b) un paracaídas no tripulado accionado con una masa de lanzamiento de más de 150 kg; (c) un avión no tripulado con un peso de despegue superior a 150 kg; (d) un helicóptero no tripulado con un peso de despegue superior a 100 kg; (e) un dispositivo de elevación no tripulado accionado con una masa de lanzamiento superior a 100 kg.

La regulación de Panamá define a un UAV como toda aeronave que no lleva a bordo un piloto que lo comande. Clasifica los UAV según su peso máximo de despegue: (i) micro, de 0 a 250 g; (ii) pequeño, de más de 250 g y hasta 25 kg; (iii) liviano, de más de 25 kg y hasta 150 kg; y (iv) pesado, de más de 150 kg. Al igual que lo que sucede en el Reino Unido y Argentina, la regulación panameña aplica a todos los tipos de UAV.

Finalmente, la resolución de la IDAC de República Dominicana considera como UAV a todo aquel vehículo aeronáutico no tripulado con capacidad de desplazarse de manera autónoma, con un peso máximo de 25 kg (55 libras), una definición consistente

con la adoptada por la FAA de Estados Unidos. Los aparatos que superen ese peso entran en otra categoría y deberán solicitar al IDAC una autorización especial para operar.

De lo analizado se desprende que un punto esencial para definir a un UAV es su peso. Sin embargo, los pesos y categorías de UAV identificados en cada regulación difieren ampliamente. En el cuadro 1 se presenta una comparación de las definiciones adoptadas.

CUADRO 1. Comparación de pesos y categorías de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) según las regulaciones de ocho países seleccionados, 2017

Estados Unidos	Reino Unido	Australia	Argentina	Costa Rica	Guatemala	Panamá	RD
Hasta 55 libras (25 kg)	a) <20kg b) >20kg y <50kg c) >150kg	a) <100g b) >100g y <2kg c) >2kg y <25kg d) >25kg y <150 kg e) >150kg	a) <10kg b) >10kg y <150kg c) >150kg	a) <100g b) >100g y <2kg c) >2kg y <25kg d) >25kg y <150kg	a) aeronaves de aeromodelismo b) aeronaves no tripuladas	a) ≤250g b) >250g y <25kg c) >25kg y <150kg d) <150kg	Hasta 55 libras (25 kg)

Fuente: Elaboración de los autores.

4. ¿CUÁNDO SE APLICA LA REGULACIÓN?

La definición normativa de lo que se entiende por UAV permite establecer su ámbito de aplicación. Varias de las regulaciones analizadas mencionan explícitamente cuáles operaciones de UAV están comprendidas y cuáles no.

En el caso de Estados Unidos, la Sección 107 se aplica a los UAV de tamaño pequeño, según los parámetros de peso antes mencionados, y operados con propósito civil no recreativo. Por este motivo, y como se describe a continuación, el alcance de esta regulación es menor que el de otros países. Asimismo, estas disposiciones excluyen expresamente: (i) las operaciones de operadores aéreos; (ii) las operaciones internacionales; (iii) las operaciones de aeronaves propiedad del sector público; y (iv) los barriletes, cohetes amateurs, y globos aerostáticos cautivos y libres. Algunos ejemplos de utilización de UAV abarcados por la Sección 107 incluyen el uso de drones para monitoreo

e inspección de cultivos, investigación y desarrollo, inspección de redes eléctricas, inspección de antenas, soporte a operaciones de rescate, inspección de puentes, fotografía aérea e inspección de reservas naturales. La regulación permite realizar actividades comerciales con UAV.

En el Reino Unido, el ámbito de aplicación de la regulación está delimitado según el tamaño de los UAV. Se aplica a los drones de todos los tamaños, aunque se estipulan categorías con diferentes requisitos y autoridades competentes en cuanto a aprobación para el vuelo, características de la operación, registro del UAV y calificaciones requeridas para pilotos (cuadro 2). Las actividades comerciales con UAV están permitidas, siempre y cuando el operador cuente con la licencia otorgada por la CAA para dicho propósito.

CUADRO 2. Categorías de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) y alcance en la regulación en el Reino Unido, 2017

Peso	Aprobación	Registro	Permiso	Calificación (piloto)
≤ 20 kg	No	No	Sí	Sí
> 20 kg ≤ 50 kg	Sí	Sí	Sí	Sí
> 150 kg	AESA/CAA	Sí	Sí	Sí

AESA: Agencia Europea de Seguridad Aérea; CAA: [siglas en inglés de] Autoridad Civil de Aviación del Reino Unido.

Fuente: Elaboración de los autores.

En Australia, la regulación es aplicable según dos criterios: uso de la operación (comercial, deportiva o recreativa) y tamaño del UAV (micro, muy pequeño, pequeño, mediano y grande), estableciéndose diferentes requerimientos regulatorios según el tamaño. A partir de los criterios mencionados, la Sección 101 se divide en tres subsecciones: (i) la subsección 101.C es aplicable de manera general a todas las aeronaves no pilotadas; (ii) la subsección 101.F tiene como ámbito de aplicación la operación de los UAV de todos los tamaños y cuyo propósito sea diferente a la recreación y el deporte; y (iii) la subsección 101.G contiene las reglas aplicables a las aeronaves de aeromodelismo usadas de manera exclusiva para propósitos recreativos.

En Argentina, el ámbito de aplicación de la regulación es amplio e incluye: (i) todas las operaciones aéreas realizadas con UAV, cualquiera sea su naturaleza constructiva; (ii) toda persona física o jurídica que pretenda obtener una autorización para operar vehículos aéreos pilotados a distancia (UAV) o sistemas de vehículos aéreos pilotados a distancia (UAS) o que pretenda ser miembro de la tripulación remota; y (iii) toda persona que lleve a cabo la conservación o reparación de dichos vehículos. La regulación es aplicable en el

territorio de la República Argentina, sus aguas jurisdiccionales, el espacio aéreo que lo cubre y los espacios aéreos extraterritoriales cuando por convenios internacionales se acuerde que se encuentran bajo jurisdicción de dicho país.

En el caso de Costa Rica, a diferencia de otras legislaciones (como la de Estados Unidos), la regulación de emergencia también incluye aeronaves no tripuladas de aeromodelismo. La legislación costarricense regula tanto las operaciones comerciales como las no comerciales, y su diferencia radica en que los requisitos para operar un UAV comercial son mayores (identificación, registros, seguros y peso entre otros) que los necesarios para actividades no comerciales.

En línea con la regulación de Costa Rica, la normativa de Guatemala no sólo incluye aeronaves no tripuladas de aeromodelismo, sino también los fuegos artificiales, considerando que pueden aumentar considerablemente el riesgo de operación de un UAV. Asimismo, la regulación afecta tanto a las actividades comerciales como a las no comerciales, estableciendo también que para las actividades comerciales todos los operadores deben estar registrados. Por su parte, los UAV grandes (mayores a 100 kg) requieren de una matrícula especial y los UAV pequeños solamente pueden ser utilizados para fines deportivos o recreacionales.

En el caso de Nicaragua, están prohibidos los vuelos de UAV por encima de los 100 pies de altura y con 30 metros horizontales de desplazamiento, aunque un UAV puede utilizarse por debajo de esa altura y con un desplazamiento menor.

La regulación de Panamá se aplica a todas las categorías de UAV (micro, pequeño, liviano y pesado). Es interesante destacar que la regulación prohíbe la operación de UAV pesados en el territorio panameño, a menos que se tenga previamente una autorización de la AAC. Por su parte, para los UAV de tamaño micro (máximo 250 g) que estén dedicados exclusivamente al deporte y la recreación, la regulación no requiere registro, aprobación de aeronavegabilidad, ni licencia para el piloto.

En República Dominicana la regulación abarca a todos los UAV que tengan un peso superior a 2 kg e inferior a 25 kg, sea para actividades comerciales o recreativas. Los vuelos para drones de más de 25 kg deben obtener una autorización especial del IDAC, por lo que el usuario tiene que presentar una solicitud cada vez que se desee efectuarlo.

Como evidenciado del análisis de las regulaciones de los diferentes países, el alcance de las mismas difiere en cuanto a los tipos de UAV que se encuentran allí regulados, así como también al grado de especificidad de las operaciones comprendidas por las mismas (cuadro 3).

CUADRO 3. Alcance de la regulación de sistemas de aeronaves no piloteadas (UAV, por sus siglas en inglés) en países seleccionados, 2017

Regulación	Estados Unidos	Reino Unido	Australia	Argentina	Costa Rica	Guatemala	Panamá	República Dominicana
Incluye	Vehículos aéreos no tripulados (UAV) ^a de tamaño pequeño y con propósito civil no recreativo	UAV de todos los tamaños	Aeronaves no pilotadas en general y en particular, UAV de todos los tamaños y con propósitos comerciales y recreativos	Todas las operaciones realizadas con UAV, cualquiera sea su naturaleza constructiva	Incluye UAV y aeronaves no tripuladas de aeromodelismo	Incluye UAV, aeronaves no tripuladas de aeromodelismo y fuegos artificiales	UAV de todos los tamaños	Todo tipo de UAV, para uso comercial o recreativo
No incluye	Operaciones aéreas; internacionales; del sector público; barriletes, cohetes y globos aerostáticos	N/D	N/D	N/D	Aeronaves de aeromodelismo operadas al interior de una instalación y UAV del estado exclusivas para actividades de seguridad	Aeronaves pequeñas de aeromodelismo que vuelan en círculos controlados por cable limitado unido a un mango o cabo en poder del operador. Aeronaves de aeromodelismo operadas al interior de una instalación	N/D	UAV del Estado que realicen operaciones de vigilancia
Ejemplos de actividades	Monitoreo de cultivos; inspección y desarrollo; inspección de redes eléctricas; inspección de antenas; soporte a operaciones de rescate; inspección de puentes; fotografía aérea; inspección de reservas naturales	/ N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

N/D: No disponible

Fuente: Elaboración de los autores.

5. ¿CÓMO Y DÓNDE DEBE OPERARSE UN UAV?

Ante todo, la función de las autoridades en materia de aviación civil es resguardar la seguridad del territorio y de sus ciudadanos. Dada la naturaleza de las operaciones de UAV, emergen dos preocupaciones para la seguridad, que no se encuentran presentes en las operaciones de las aeronaves tripuladas. La primera preocupación concierne a si la persona que está operando el UAV —la cual se encuentra físicamente separada de la aeronave durante el vuelo— tendría la habilidad de divisar durante el vuelo a las aeronaves tripuladas, y actuar a tiempo para prevenir una colisión. En el caso de las aeronaves tripuladas, es el piloto a bordo de la misma quien tiene la responsabilidad de ver y evitar a otras aeronaves. Esto es más complicado en el caso de los UAV, puesto que no llevan un piloto a bordo. Por ello, las regulaciones existentes establecen que, en todo caso, las operaciones de UAV deben dar derecho de paso a otras aeronaves, a menos que el riesgo de hacerlo sea mayor para la seguridad, y aplicar procedimientos de evasión de cualquier aeronave, a fin de evitar posibles colisiones. La segunda preocupación respecta a la posibilidad que, durante el vuelo, el piloto del UAV pueda perder el control de la aeronave debido a una falla en los sistemas de control de la misma. Un UAV fuera del control del piloto puede crear importantes riesgos para personas, propiedades y otras aeronaves.

Las regulaciones aquí analizadas utilizan diferentes enfoques para gestionar tales riesgos, que incluyen desde la prohibición de operaciones sobre el territorio nacional (Nicaragua) o la no emisión de regulación alguna (por ej., el caso de Honduras), hasta regulaciones con diferente grado de apertura a los UAV. En este sentido, para poder conciliar el resguardo de la seguridad con la innovación tecnológica, diferentes países —por ej., Estados Unidos, el Reino Unido y Panamá— abogan por el desarrollo de un marco regulatorio con enfoque incremental. Esto significa permitir operaciones con determinadas características, previendo exenciones y futuras revisiones para adecuar la regulación a los avances tecnológicos en un sector de rápida evolución.

De las regulaciones analizadas, las más completas incluyen alguna definición en torno a:

1. Cuáles son los casos en los que puede solicitarse una exención a lo dispuesto en la regulación.
2. Si deben ser operados dentro del rango de visión del piloto.
3. Condiciones climáticas y momentos del día en los que las operaciones de UAV se encuentran permitidas.

4. Altura, distancia y velocidad para las operaciones de los UAV.
5. Si un piloto puede operar más de un UAV al mismo tiempo.
6. Por dónde y sobre qué puede operar un UAV y si existen áreas de exclusión.
7. Si un UAV puede transportar objetos.
8. Requisitos en materia de inscripción del UAV en un registro, pólizas de seguro, resguardo de la privacidad y salvaguardia del medioambiente.
9. Los requisitos para la inscripción, las pólizas de seguro, el resguardo de la privacidad y la salvaguardia del medioambiente.

A continuación, se analizan las regulaciones de los países seleccionados según los aspectos mencionados.

5.1 Exenciones

Muchas de las disposiciones establecidas por la regulación de Estados Unidos pueden ser exentas por la FAA cuando existan pruebas suficientes de que la operación de UAV puede realizarse de manera segura y bajo los términos establecidos por la FAA en el certificado de exención. Asimismo, la FAA ha seleccionado seis lugares de testeo de tecnología UAV donde existe mayor flexibilidad para otorgar exenciones, con el fin de incentivar la investigación e innovación en la materia y reunir información para las futuras revisiones de la regulación.

De la misma manera, la regulación del Reino Unido establece que la CAA puede autorizar exenciones a lo establecido en la regulación para los UAV de peso menor o igual a 150 kg, dependiendo del potencial de la operación para infligir daños y del área propuesta para su ejecución.

En Australia, la regulación de 2016 introduce el concepto de UAV excluidos para aquellas operaciones consideradas de bajo riesgo. Este concepto incluye dos categorías: UAV muy pequeños y UAV cuyos vuelos se realizan en terrenos privados. La primera categoría está exenta de disponer de certificado de operación y de controlador de UAV; tan sólo debe notificarse a CASA con cinco días de antelación al primer vuelo comercial y llevar a cabo la operación conforme a las condiciones estándar definidas regulatoriamente. Por su parte, la segunda categoría, relativa a operaciones realizadas por dueños y arrendatarios de propiedad privada, no requiere de licencia ni certificados cuando se trata de drones pequeños, siempre que se dé cumplimiento a las condiciones estándar y no se perciba remuneración alguna por esta operación. Por otro lado, tratándose de zonas prohibidas o restringidas, en las que se lleva a cabo una operación de seguridad pública y/o vuelos autónomos, es posible operar siempre

que la autoridad competente haya otorgado una aprobación para el caso concreto. Finalmente, la regulación australiana prevé un proceso en virtud del cual organizaciones no licenciadas ni certificadas pueden solicitar una autorización a CASA para realizar actividades de investigación y desarrollo, así como demostraciones de productos con UAV.

La regulación de Argentina también permite a la ANAC conceder exenciones sobre lo dispuesto por la regulación, por ejemplo respecto a la prohibición de operar UAV en espacios aéreos controlados, corredores visuales y helicorredores, áreas sensibles al ruido, densamente pobladas o con aglomeración de personas, horarios nocturnos y transporte de personas o carga.

En cuanto a las legislaciones de CRD, si bien incluyen exenciones, los requisitos para obtenerlas son bastante complejos. A modo de ejemplo, la legislación de Guatemala prohíbe la operación de UAV en zonas donde haya una importante aglomeración de personas, como eventos culturales, al aire libre y deportivos. Sin embargo, menciona que si un operador desea sobrevolar estas zonas debe completar una solicitud, incluyendo un plan de vuelo detallado que debe ser aprobado por la Junta Directiva del ente regulador. Ahora bien, este proceso puede demorar de uno a dos meses, lo que en cierta forma desalienta la solicitud de dicha exención. Por su parte, la regulación de Panamá parece ser una de las más flexibles de CRD, dado que el trámite para el registro es más sencillo y la normativa no requiere solicitar permisos adicionales.

5.2 Dentro o fuera de la línea de visión del piloto

La regulación de la FAA de Estados Unidos requiere que los UAV sean operados dentro de la línea de visión (visual line of sight [VLOS, por sus siglas en inglés]) del piloto o del observador designado, sin la ayuda de ningún otro instrumento más que lentes correctivos. Se establece la altura máxima de vuelo en 400 pies sobre la superficie, para asegurar la VLOS por parte del piloto. Es interesante notar que la regulación permite la participación de un observador designado para mantener la visión del UAV, siempre y cuando esta persona esté en permanente contacto con el piloto de la aeronave. Por su parte, la FAA propone reevaluar el requerimiento de la VLOS en el futuro, conforme a los avances de la tecnología UAV. A ese respecto, la FAA está realizando testeos junto con desarrolladores y operadores para reunir información sobre las condiciones en las que un UAV podría ser operado fuera de la VLOS. La regulación dispone que es posible solicitar una exención a este requisito, la cual será evaluada por la FAA.

La regulación del Reino Unido también requiere la VLOS en la operación de un UAV sin la ayuda de ningún otro instrumento más que lentes correctivos. Se menciona que, dentro del país, la VLOS normalmente se encuentra dentro de los 500 metros de distancia horizontal y los 400 pies verticales desde el piloto, aunque puede solicitarse una exención si se verifica que la operación puede realizarse de manera segura. A modo de ejemplo se afirma que la exención podría ser contemplada si un UAV es de tamaño grande y, por consiguiente, puede ser monitoreado visualmente a una distancia mayor a 500 metros. La regulación también contempla la extensión de la VLOS en caso de que se utilice un observador designado, pero esta operación debe ser previamente aprobada por la CAA.

En Australia, una de las condiciones estándar de operación corresponde a la VLOS del piloto del UAV, permitiéndose el uso de gafas prescritas o gafas de sol, pero no de binoculares, telescopios o lentes de aumento.

La regulación de Argentina establece que el piloto deberá mantener visibilidad directa y continua con el UAV durante toda la operación.

En Costa Rica se menciona que el piloto debe mantener la VLOS con el UAV, mientras que las máquinas de aeromodelismo —reguladas por la misma normativa— pueden volar más allá de la VLOS.

Panamá también estipula que las operaciones de UAV deben ser realizadas dentro de la VLOS del piloto u observador, quien debe mantener contacto visual permanente con la aeronave, y sin auxilio de instrumentos, para dirigir su vuelo y satisfacer las responsabilidades de separación y anticolisión. De la misma manera, la regulación de República Dominicana establece que siempre tiene que haber contacto visual directo con el operador. En Guatemala, la regulación no hace referencia a este aspecto.

5.3 Condiciones climáticas y momentos del día

De acuerdo con la regulación de Estados Unidos, los UAV deben ser operados entre el amanecer y el atardecer, o desde 30 minutos antes del amanecer oficial y hasta 30 minutos después del atardecer oficial si se utilizan las luces anti-colisión adecuadas. La FAA puede otorgar una exención a este requisito si se evidencia que la operación puede ser realizada en condiciones de seguridad para el espacio aéreo y la población, y que no afecta la seguridad nacional. Asimismo, deben verificarse condiciones mínimas de visibilidad y clima. La visibilidad mínima permitida es de tres millas desde la estación de control.

En Australia, la regulación señala que los UAV están facultados para operar durante el día —salvo que CASA apruebe la operación en un horario diferente, o que el operador

certificado cumpla con ciertas condiciones establecidas por CASA en una autorización general proferida en 2017— y en condiciones meteorológicas visuales seguras o condiciones meteorológicas instrumentales, siempre que se cuente con aprobación para tal efecto.

En el caso de Argentina, la regulación establece que los UAV podrán operar exclusivamente en horario diurno y en condiciones meteorológicas y visuales seguras. Está prohibida la operación durante la noche, definida como las horas comprendidas entre el fin del crepúsculo civil vespertino (cuando el centro del disco solar se halle a 6° por debajo del horizonte) y el comienzo del crepúsculo civil matutino (cuando se halle a 6° por debajo del horizonte), o cualquier otro período entre la puesta y la salida del sol especificado por la autoridad correspondiente. Excepcionalmente, y siempre que lo requiera la naturaleza de la operación y se establezcan medidas de seguridad apropiadas, la autoridad aeronáutica podrá conceder autorizaciones especiales para la operación nocturna.

La regulación de Costa Rica establece que las operaciones de UAV pueden realizarse sólo de día y en condiciones meteorológicas visuales seguras, aunque puede tramitarse una autorización para realizar vuelos nocturnos cumpliendo las condiciones de la DGAC. La normativa de Guatemala no permite realizar operaciones de UAV entre la puesta y la salida del sol. Lo mismo sucede con Panamá, donde además de prohibirse los vuelos nocturnos, se limitan los vuelos frente a condiciones climáticas adversas como lluvias, vientos, tormentas u otras condiciones conocidas o previstas, a no ser que el UAV tenga una certificación especial que acredite que está debidamente equipado para volar en esas condiciones. En República Dominicana, los UAV tampoco pueden volar de noche, a menos que tengan una autorización especial de la IDAC.

5.4 Altura, distancia y velocidad

La regulación de Estados Unidos establece que la altura máxima de vuelo es de 400 pies sobre la superficie, la distancia estará dada por la VLOS del piloto y la velocidad máxima permitida es de 100 mph o 87 nudos.

En el Reino Unido, la distancia máxima permitida es de 500 metros horizontal y 400 pies vertical desde el piloto, aunque se puede solicitar una exención para esta condición.

En el caso de Australia, la regulación señala que los UAV pueden operar a una altura máxima de vuelo de 120 metros (400 pies) sobre la superficie, si bien es posible solicitar autorización para operar en una altura superior. La regulación también establece parámetros de distancia con las personas (30 metros) y aeródromos controlados (5,5 kilómetros). Respecto a la distancia con las personas, la última revisión regulatoria introdujo la posibilidad de mantener

una distancia de 15 metros, tratándose de drones que no sean grandes y siempre que se cuente con el consentimiento previo de la otra persona.

Según la regulación de Argentina, los UAV pueden operar hasta una altura máxima de 120 metros (400 pies) sobre el nivel del terreno. En el caso de aeródromos, se establece que, excepcionalmente y siempre que lo requiera la naturaleza de la operación y se establezcan medidas de seguridad apropiadas, la autoridad aeronáutica podrá conceder autorizaciones especiales para la operación en estos sectores, con intervención del prestador de servicios de navegación aérea.

La regulación de Costa Rica, por su parte, estipula que los UAV no pueden operar por encima de los 400 pies sobre el nivel del terreno en el espacio aéreo no controlado. De modo similar, en Guatemala se prohíbe operar UAV por encima de los 400 pies sobre el nivel del terreno, excepto en un área aprobada específicamente en las Operaciones Específicas de Certificado Operativo (CO) o en el Permiso de Vuelo, y de acuerdo con las condiciones de la aprobación. En Panamá, la altura, la distancia y, en ciertos casos, la velocidad de vuelo se regula según el tipo de UAV. En este sentido, drones micro (peso máximo de despegue menor a 250 g) pueden realizar operaciones siempre que vuelen a una altura máxima de 100 pies sobre la superficie y a una distancia equivalente a 80% del alcance de la señal de radio control, mientras que los drones pequeños (entre 250 g y 25 kg) pueden realizar operaciones siempre que vuelen a una altura máxima de 200 pies y a una distancia equivalente a 80% del alcance de la señal de radio control. Los drones livianos (entre 25 kg y 150 kg) deben operar a una altura máxima de 400 pies, la distancia de la VLOS entre el UAV y el piloto no puede superar los 500 metros y su velocidad máxima a nivel del terreno no podrá superar los 70 nudos. Los drones de categoría pesada (más de 150 kg) tienen prohibida su operación, a menos que cuenten con una autorización de la AAC. En República Dominicana, la altura del UAV no podrá superar nunca los 400 pies sobre el nivel del terreno.

5.5 Vuelos simultáneos

De acuerdo con la regulación de Estados Unidos, ninguna persona puede estar en comando o ser observador designado de más de un UAV al mismo tiempo. Ello con el objetivo de que mantenga una atención activa y sostenida sobre la aeronave y el espacio aéreo en el que está operando, minimizando así los riesgos de colisión con una aeronave tripulada. Al igual que sucede con la VLOS, este requisito es factible de eximición mediante petición, siempre que la FAA evalúe que la operación múltiple de UAV no presenta ningún riesgo.

A diferencia de lo que sucede en los demás países, la regulación del Reino Unido establece que, dependiendo del nivel de autonomía, un piloto remoto puede asumir la responsabilidad de operar más de un UAV al mismo tiempo, siempre que se demuestre que todos los factores de riesgo han sido identificados y mitigados.

En los países restantes —Argentina, Australia, Costa Rica, Guatemala, República Dominicana y Panamá— las regulaciones prescriben que una persona sólo puede pilotear un UAV a la vez, estando prohibida la operación simultánea de dos o más UAV. En estos países no existen exenciones sobre esta disposición.

5.6 Dónde y sobre qué se puede operar un UAV; áreas de exclusión

Según la regulación de la FAA de Estados Unidos, las operaciones en los espacios aéreos cercanos a aeropuertos y clasificados como B, C, D y E requieren autorización del controlador del espacio aéreo correspondiente, mientras que las operaciones dentro de la categoría G (espacio aéreo que no pertenece a las categorías A-E de la regulación aeronáutica) no requieren autorización. Asimismo, los UAV no pueden ser operados sobre personas que no se encuentren participando directamente en la operación, ni bajo una estructura o dentro de un vehículo cubierto. Otras restricciones para preservar la seguridad son la prohibición de dejar caer desde el UAV —aún con paracaídas— cualquier objeto o material, y de realizar operaciones desde una aeronave o vehículo en movimiento. Sin embargo, en el caso de vehículos en movimiento, se estipula que podrán realizarse operaciones en zonas remotamente pobladas o solicitarse una exención para operar en otras con mayor densidad, siempre y cuando no se trate de operaciones que transporten un objeto de otra persona bajo remuneración.

En el Reino Unido, la operación de UAV en áreas de congestión (definidas como cualquier área relacionada con una ciudad, poblado o asentamiento, utilizada con propósito residencial, industrial, comercial o recreacional) puede realizarse cuando se cuente con autorización de la CAA. La separación entre el UAV y las personas, naves, vehículos y estructuras serán especificadas en dicha autorización. La regulación establece, sin embargo, que no está permitido el sobrevuelo sobre personas o vehículos en tales áreas, a menos que se encuentren bajo control de la persona a cargo del UAV. Existe asimismo la prohibición de volar sobre áreas restringidas, como cárceles, plantas nucleares o aeropuertos, salvo que se cuente con la autorización de la autoridad de control de tráfico aéreo en tales espacios. En las zonas permitidas por la regulación, las operaciones de UAV no deben realizarse: (i) a menos de 150 metros de o sobre un área de congestión; (ii) a menos de 1.000 metros de o sobre un

evento organizado a espacio abierto donde participen más de 1.000 personas; (iii) a menos de 50 metros de un vehículo, estructura o navío que no se encuentre bajo control del operador; (iv) a menos de 50 metros de cualquier persona que no se encuentre bajo control del operador.

Conforme a la regulación de Australia, se encuentra prohibido llevar a cabo operaciones en áreas muy pobladas como playas, parques y estadios deportivos, a menos que se cuente con una aprobación por parte de la autoridad competente. Tampoco están permitidos los vuelos dentro de los 5,5 kilómetros de distancia de un aeródromo vigilado por una torre de control en funcionamiento, o en zonas donde se lleven a cabo operaciones de seguridad pública, salvo autorización especial emanada de autoridad competente.

La regulación de Argentina prohíbe la operación de UAV en: (i) espacios aéreos controlados, corredores visuales y helicorredores; (ii) áreas sensibles al ruido, dentro del área de influencia de la senda de aproximación o de despegue de un aeródromo, zonas prohibidas, restringidas y/o peligrosas que se hayan establecido como tales; y (iii) zonas densamente pobladas o aglomeraciones de personas. En los tres casos es posible volar en esas zonas si se cuenta con autorización previa de la autoridad aeronáutica.

En el caso de Costa Rica, las operaciones de UAV serán penalizadas cuando se realicen: (i) en una zona prohibida o restringida (no se podrá volar sobre edificaciones como la Casa Presidencial o los centros penales), excepto con el permiso y las condiciones establecidas por la DGAC; (ii) en el espacio aéreo controlado, excepto con el permiso y las condiciones establecidas por la DGAC; (iii) dentro de un radio de 8 kilómetros alrededor de un aeropuerto o aeródromo; (iv) cerca de otra aeronave, de modo que exista peligro de colisión. Quienes pretendan volar cerca o en espacios donde se realicen actividades masivas deben presentar estudios de riesgo para ser aprobados por la DGAC, previo a la expedición de autorización. Como los UAV son considerados aeronaves bajo la normativa general de aeronáutica de la DGAC, se solicita a quienes operen estos artefactos (así como cualquier vehículo tripulado) informar por escrito las características del UAV, la finalidad de su uso, el lugar y el horario de la operación, y los datos del solicitante, a efecto de emitir un NOTAM (*Notice to Airmen*), que es la comunicación que se realiza a los aviadores sobre peligros en ruta. Cuando se quiera realizar operaciones de tipo comercial y el piloto pertenezca a una empresa, debe presentar un manual de operaciones y un análisis de riesgos que establezca medidas de mitigación. Asimismo, debe contar con un programa de mantenimiento que determine cada cuánto se requiere cambiar las hélices del UAV o la batería.

En Guatemala, está prohibido operar UAV por encima de 400 pies de altura dentro de las 3 millas náuticas de cualquier aeropuerto, aeródromo, helipuerto, pista de aterrizaje o

cualquier otro lugar con tráfico aéreo. Ninguna persona puede operar una aeronave lo suficientemente cerca de otra aeronave de modo que pueda crear un peligro de colisión. Igualmente, no están permitidas las operaciones sobre una zona prohibida, o sobre un área restringida, excepto con el permiso de la autoridad competente y de acuerdo con las condiciones que esta imponga. La regulación establece que el solicitante de aprobación del vuelo deberá incluir en su solicitud: (a) nombre, dirección y teléfono de la persona que va a operar la aeronave o, si varias personas están involucradas, nombre, dirección y teléfono de la persona que va a coordinar la operación; (b) fecha, hora y duración de la operación y/o liberación; (c) área específica de operación (incluyendo punto geográfico y sus coordenadas, altura del vuelo, velocidad del vuelo y distancia máxima a la redonda desde la coordenada fija); y (d) tipo de comunicación que se utilizará con el centro de control más cercano.

En Panamá, la regulación establece que los UAV no deben ser operados en espacios aéreos controlados o dentro de la zona de tránsito de un aeródromo, en espacios aéreos restringidos o prohibidos, o en un radio de 8 km desde cualquier aeropuerto del territorio nacional, a menos que se cuente con autorización especial. Tampoco se puede operar sobre aglomeraciones de personas, salvo autorización, ni cerca de personas —durante la fase de despegue y aterrizaje— que no estén directamente relacionadas con la operación del UAV, en un radio inferior a 30 metros en horizontal y 10 metros en vertical.

En República Dominicana, la regulación advierte a los operadores que no deben superar, durante el tiempo de vuelo u operación, 80% de la autonomía total de la aeronave establecida por el fabricante, ni permanecer más de 60 minutos en el aire. Asimismo, el traspaso del mando y control del UAV a otro operador no podrá efectuarse con la aeronave en vuelo.

5.7 Transporte de objetos

La Sección 107 de la regulación de Estados Unidos permite el transporte de objetos a través de UAV, siempre y cuando no se trate de materiales peligrosos, el objeto se encuentre amarrado de manera segura y no afecte adversamente las características de vuelo o el control de la aeronave. Con particular referencia a los casos que puedan dar lugar a una compensación, el transporte de objetos está permitido bajo los requisitos siguientes:

- La aeronave, incluyendo el objeto transportado, no pese más de 55 libras.
- El vuelo se realice dentro de la VLOS del piloto u observador designado, y no se realice desde un vehículo en movimiento o una aeronave.

- El vuelo se realice dentro de los límites de un estado y no involucre el transporte: (i) entre Hawái; (ii) en el Distrito de Columbia; (iii) en un territorio o posesión de Estados Unidos.
- No sea realizado por individuos o corporaciones que actúen como operadores aéreos. La FAA evaluará en el futuro la integración de estas operaciones al espacio aéreo nacional y las regulaciones de seguridad y económicas que sean necesarias.

En el caso de Australia, uno de los primeros países en realizar entregas de comida a domicilio mediante drones, la regulación permite el transporte de objetos, especificando que no está permitida la caída o descarga de un objeto cuando pueda causar un peligro para otra aeronave, persona o propiedad.

En Argentina, la regulación establece que los UAV no podrán transportar personas o carga, excepto cuando la carga fuera imprescindible para realizar la actividad autorizada.

Las regulaciones del Reino Unido y Panamá establecen que los UAV pueden transportar objetos, pero el piloto remoto no puede soltar desde el aire un objeto o material que pueda causar daño, ni siquiera con paracaídas, a menos que cuente con una autorización especial. En el caso de Panamá, si bien la regulación hace referencia a que las actividades con fines de lucro están permitidas siempre y cuando se ajusten a los requisitos establecidos, las actividades de transporte de carga, de pasajeros y de correo con UAV no se encuentran normadas. Asimismo, la regulación también prevé que, a medida que las tecnologías se vayan desarrollando y cumpliendo con las normas y estándares de seguridad, las actividades de los UAV podrían ampliarse para incluir operaciones comerciales de transporte de carga.

Las regulaciones de Costa Rica, Guatemala y República Dominicana no hacen mención a este aspecto.

5.8 Requisitos para inscripción, pólizas de seguro, resguardo de la privacidad y salvaguardia del medioambiente

Durante la fase de consultas de la Sección 107, la FAA de Estados Unidos recibió comentarios acerca de incluir en la regulación aspectos como niveles de sonido, emisiones de CO₂, privacidad de las personas, preservación de la fauna y pólizas de seguro. Respecto a los niveles de sonido, consideró que no existía suficiente evidencia para determinar si se encontraban por encima de los permitidos por la regulación estadounidense en la materia. También sostuvo que, de acuerdo con la información disponible sobre el tipo de equipamiento utilizado por los UAV (por ej., motores a batería eléctrica), las emisiones de las operaciones no estarían transgrediendo las normas de calidad de aire. En relación con la privacidad de las

personas, si bien la FAA posee el mandato de regular las operaciones de todas las aeronaves en el espacio aéreo, entendió que este punto se encontraba fuera de sus atribuciones. Sin embargo, la FAA forma parte de un grupo inter-agencial liderado por la Administración Nacional de Información y Telecomunicaciones (NTIA, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es promover la competitividad de la economía y salvaguardar los derechos y libertades civiles en el uso de UAV. Es en este marco que la FAA trabaja para identificar e implementar estrategias de mitigación adecuadas para proteger la privacidad. Otro aspecto que quedó por fuera de la Sección 107 fue el requisito que los UAV contaran con pólizas de seguro y las características que las mismas debían poseer. Ello porque el estatuto de la FAA no la faculta para emitir regulaciones en esta materia. Finalmente, si bien la Sección 107 no incluyó requisitos de operación de UAV para salvaguardar la fauna, la FAA enfatiza que la Sección 107 no autoriza ninguna acción que signifique un daño a la misma. Tales acciones ya se encuentran prohibidas por otras leyes y regulaciones de Estados Unidos y cualquier persona que las transgreda será sujeto de las sanciones previstas por tales normativas. La Sección 107 requiere que todos los UAV regulados por la misma se encuentren registrados en el Registro Nacional de UAV.

En el Reino Unido, los operadores de UAV deben cumplir con la Regulación de la Comisión Europea 785/2004, la que exige que las aeronaves no sobrepasen los 20 kg, independientemente del propósito del vuelo, y los operadores cuenten con una póliza de seguro por daños a terceros. Las coberturas de riesgos no pueden ser inferiores a las establecidas en dicha regulación. Asimismo, los UAV que excedan los 20 kg deben registrarse en la CAA y, con el fin de resguardar la privacidad de las personas, toda operación debe cumplir con la Ley de Protección de Información.

En materia de pólizas de seguros, la regulación de CASA en Australia no establece su obligatoriedad, aunque sí sugiere su contratación. En el ámbito de la privacidad, la CASA no aborda de manera particular el uso de cámaras, grabadoras de audio u otros equipos de vigilancia en las aeronaves no pilotadas ni otros temas de privacidad, razón por la cual es aplicable la Ley Federal de Privacidad de 1998.

En Argentina, la regulación establece que los propietarios u operadores de UAV están obligados a contratar un seguro de responsabilidad por los daños a terceros que pudiera ocasionar su operación, no autorizándose la circulación aérea sin contar con ese seguro. Las coberturas de riesgos no pueden ser inferiores a las establecidas para aeronaves en el artículo 160 del Código Aeronáutico. Los UAV deben inscribirse en un registro especial, organizado y administrado por el Registro Nacional de Aeronaves, y tienen que llevar una placa de

identificación inalterable fijada a su estructura. La estación de piloto remoto debe llevar inscripta la individualización del vehículo aéreo correspondiente.

La legislación de Costa Rica establece que debe contarse con una póliza de seguro que garantice la operación. Además, si el UAV se utiliza con fines comerciales, se deben abonar —por única vez— US\$ 1.874 en concepto de permiso. Esto aplica a personas físicas o jurídicas que lucren con la aeronave (por ej., para grabar videos o fotos, incluidos los medios de comunicación). Los UAV deben estar registrados en el Registro Nacional, tener una placa de identificación y contar con una persona o empresa responsable y registrada ante de la DGAC.

La regulación de Guatemala establece que el propietario y/u operador de UAV deben mantener una póliza de seguro vigente para garantizar las indemnizaciones correspondientes por los eventuales daños. Asimismo, deben remitir a la DGAC comprobantes que demuestren su vigencia, en un plazo de diez días hábiles luego de la emisión o renovación de la póliza.

De acuerdo con la regulación de Panamá, no están permitidas la fotografía o filmación no consentida de terceros o de sus bienes o pertenencias, así como tampoco la observación, intromisión o perturbación en la vida y actividades de terceros. Se especifica que los operadores que vayan a utilizar drones con fines de lucro deben contar con seguros para cubrir daños a terceros. La regulación panameña también requiere que, para cualquier operación de UAV, se demuestre que los niveles de emisión de ruido no excedan los permitidos por la OACI.

La legislación de República Dominicana exige al propietario y/u operador del UAV una póliza de seguro contra riesgos ocasionados por su operación, como un requisito indispensable para obtener la autorización del Departamento de Operaciones del IDAC.

El análisis comparado de las regulaciones de los diferentes países muestra que si bien algunos aspectos —como la VLOS, la altura de vuelo y las áreas de exclusión— tienden a estar regulados, otros son tratados con diferente grado de profundidad y algunos no se encuentran contemplados en todas las regulaciones (cuadro 4).

CUADRO 4. Análisis comparado de los modos y lugares regulados para la operación de un vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés), países seleccionados, 2017

Regulación	Estados Unidos	Reino Unido	Australia	Argentina	Costa Rica	Guatemala	Panamá	República Dominicana
[Fuera de] Línea de visión del piloto (VLOS) ^a	Prohibido	Prohibido	Prohibido, salvo autorización	Prohibido	Prohibido	Sin regular	Prohibido	Prohibido
Vuelo nocturno	Prohibido	Sin regular	Permitido, previa autorización general para operadores certificados	Prohibido	Prohibido	Prohibido	Prohibido	Prohibido
Altura, distancia y velocidad máximas	Altura: 400 pies. Distancia: en función de la VLOS. Velocidad: 100 mph (87 nudos)	Distancia: 500 metros horizontal. Altura: 400 pies	Altura: 400 pies	Altura: 400 pies	Altura: 400 pies	Altura: 400 pies	Según categoría de UAV	Altura: 400 pies
Vuelo simultáneo (mismo piloto)	Prohibido	Permitido con restricciones	Prohibido	Prohibido	Prohibido	Prohibido	Prohibido	Prohibido
Dónde y sobre qué se puede operar un dron; áreas de exclusión	Regulado	Regulado	Regulado	Regulado	Regulado	Regulado	Regulado	Regulado
Transporte de objetos	Permitido con restricciones	Permitido con restricciones	Permitido con restricciones	Prohibido con excepciones	Sin regular	Sin regular	Permitido con restricciones	Sin regular
Póliza de seguro	Requerido	UAV con peso > 20 kg	Sin regular	Requerido	Requerido	Requerido	Actividades con fines de lucro	Requerido
Privacidad	Regulado	Regulado	Sin regular	Sin regular	Sin regular	Sin regular	Regulado	Sin regular
Medioambiente	Regulado	Sin regular	Sin regular	Sin regular	Sin regular	Sin regular	Atenuación del ruido	Sin regular

Fuente: elaboración de los autores.

6. ¿QUIÉNES PUEDEN OPERAR UN UAV?

Como en los casos anteriores, las regulaciones analizadas poseen diferente grado de profundidad respecto a qué se requiere para estar autorizado a operar un UAV y las responsabilidades del piloto. A pesar de las diferencias en cuanto a las especificidades de lo que cada regulación entiende por UAV, las experiencias internacionales en la elaboración de regulaciones en esta temática, y en otras relacionadas con avances tecnológicos, evidencian ciertos elementos que son clave en la creación de un marco regulatorio. Dichos elementos son:

- Tipo de licencia necesaria para operar un dron y requisitos para obtenerla;
- Definición clara y completa de las responsabilidades del piloto;
- Registro de UAV existentes en el territorio y de sus propietarios.

La Sección 107 de la FAA de Estados Unidos establece que, para operar un UAV, una persona debe poseer una licencia de piloto de UAV o estar bajo la directa supervisión de otra que posea tal licencia. En este último caso, la supervisión directa implica que la persona autorizada pueda tomar control del UAV de manera inmediata. Para obtener dicha licencia, una persona debe: (i) demostrar conocimiento aeronáutico, aprobando un examen específico de la FAA (o, quienes ya cuentan con licencia de piloto, realizando un entrenamiento sobre UAV); (ii) estar autorizado por la Administración de Seguridad en el Transporte;⁷ y (iii) ser mayor de 16 años.

Hasta que se elaboren estándares internacionales, las personas que posean licencias extranjeras para el pilotaje de UAV también deben obtener la licencia otorgada por la FAA para operar en el territorio de Estados Unidos.

El piloto tiene la responsabilidad final de la seguridad en la operación de la aeronave. Además de los requisitos establecidos por la Sección 107 respecto a la operación segura de UAV, la normativa asigna a los pilotos las siguientes responsabilidades: (i) cuando sea requerido, presentar a la FAA el UAV para inspección o testeo, junto a cualquier otra documentación necesaria; (ii) informar a la FAA sobre cualquier operación de la que resulte una herida seria, la pérdida del conocimiento o el daño a propiedad por más de US\$ 500, dentro de los diez días de acontecido el incidente; (iii) realizar una inspección previa al vuelo del UAV para garantizar que la aeronave está en condiciones de volar de manera segura; y (iv) asegurar que el UAV se encuentra registrado en el registro establecido por la FAA y cumple con todos los requisitos especificados.

En el Reino Unido, los requisitos de licencias para operar un UAV dependen del peso de la aeronave. Para UAV de más de 20 kg, además de su inscripción en un registro especial, se requiere de una licencia de piloto remoto.

En Australia, toda persona que opere un UAV debe contar con una licencia de piloto remoto (RePL, por sus siglas en inglés). Esta licencia, cuando la persona no tiene conocimientos previos de aviación, puede obtenerse realizando un curso dictado por el proveedor de capacitación de UAV; en los casos en que ya se ha aprobado un examen de

⁷ Transportation Security Administration.

conocimiento aeronáutico para una licencia de vuelo tripulado, en cambio, sólo debe cursarse una capacitación de índole práctica con un proveedor de capacitación de UAV. Si en virtud de la operación se percibe una ganancia económica, se requiere contar con un certificado de operador de UAV.

La regulación de Argentina establece que todo sujeto que pretenda operar un UAV debe contar con una autorización expedida por la ANAC, con excepción de los vehículos pequeños con fines deportivos o recreativos. Asimismo, los operadores de drones deben contar con un manual de operaciones y un sistema de gestión de riesgos adecuado que incluya la información e instrucciones necesarias para su operación segura y eficaz. Como mínimo, deben incluirse procedimientos para: el despegue y el aterrizaje; operar en ruta; la eventual pérdida de enlace con los datos de control; abortar ante la eventual falla de un sistema crítico; evaluar la zona de operación; identificar los riesgos potenciales y su mitigación; identificar a los responsables de la operación y a todos los miembros de la tripulación remota (piloto/s y observador/es); y calificar al/los piloto/s remoto/s y observador/es, dejando constancia de los requisitos. Por su parte, se establece que los miembros de la tripulación remota deben ser mayores de edad; contar con aptitud psicofisiológica certificada por un hospital público; acreditar, mediante una evaluación por parte de la autoridad aeronáutica, el conocimiento de la reglamentación vigente y su aptitud para operar en forma segura el tipo de vehículo aéreo o sistema para el cual se solicite autorización.

En Costa Rica, la regulación establece que todas las personas que deseen operar un dron deben realizar un curso de 48 horas teóricas y 10 horas prácticas de manejo. La licencia de operación de UAV es otorgada por escuelas de aviación, representantes de fábrica o instructores, y cuesta US\$ 94. Sólo se otorga a las personas mayores de edad (18 años) que presenten un certificado médico de buena salud. Para poder funcionar y otorgar la licencia, las escuelas de aviación —que en la actualidad son siete— deben contar con la acreditación de la DGAC. La sanción para quienes vuelen UAV sin cumplir con estos requisitos puede ascender hasta 20 salarios base.

La regulación de Guatemala establece que, para obtener un certificado de operador de UAV, el solicitante debe: (i) poseer entrenamiento de operador de radio; (ii) aprobar un examen teórico sobre entrenamiento de vuelo; (iii) cursar una capacitación en la operación del tipo de UAV que pretende operar, la que será impartida por el fabricante, por un centro de instrucción aeronáutica o por un instructor calificado; (iv) tener por lo menos cinco horas de experiencia en la operación de vehículos aéreos no tripulados fuera del espacio aéreo controlado. Asimismo, la DGAC puede revocar el certificado de un operador de UAV en el caso de que existan

motivos razonables para creer que: (i) ha operado en contravención de la ley, su reglamentación o de las regulaciones de aviación civil; (ii) ha operado con negligencia o descuido; o (iii) ha puesto en peligro la vida humana o la propiedad de otras personas durante la operación, de forma imprudente.

La regulación de Panamá establece que, con la excepción de drones micro para uso deportivo y recreativo, la persona deberá registrar el UAV en las oficinas de la AAC y tener una licencia de piloto de UAV. Para obtener dicha licencia, los requisitos generales son: (i) haber cumplido 18 años de edad; (ii) acreditar, como mínimo, enseñanza media completa o estudios equivalentes; (iii) haber estado en posesión de una licencia de piloto de aeronaves; y (iv) aprobar un examen escrito y una prueba de pericia. La regulación detalla los conocimientos —aeronáuticos, de meteorología, de navegación, de procedimientos operacionales y de aerodinámica, entre otros— que se deben poseer para obtener una licencia y los requisitos para renovarla. El operador de un UAV es considerado responsable de su operación, el uso y, en caso de accidente, de los daños causados. La persona a cargo del UAV no debe operar la aeronave de una manera negligente o temeraria, que ponga en peligro la vida o la propiedad de terceros.

Finalmente, en República Dominicana se requiere que el piloto obtenga una credencial de vuelo, para lo cual debe: (i) ser mayor de edad; (ii) hablar, escribir, leer y comprender el idioma español; y (iii) acreditar que se tiene instrucción teórica y práctica sobre el modelo de dron que se va a operar. Además, se debe aprobar un examen escrito sobre la resolución que regula los vuelos y los conocimientos aeronáuticos. El IDAC también contempla la posibilidad de convalidar las licencias otorgadas en otros países.

7. LINEAMIENTOS PARA ELABORAR UN MARCO REGULATORIO DE UAV

Como se ha visto anteriormente, los países de CRD han adoptado diferentes posiciones frente a las operaciones de UAV. En general, puede evidenciarse que las regulaciones de Costa Rica, Guatemala, Panamá y República Dominicana son menos comprehensivas que, por ejemplo, las de Estados Unidos y el Reino Unido, y presentan algunas brechas en cuanto a las lecciones aprendidas en esta y otras temáticas relacionadas con avances tecnológicos (OACI, 2016). Por su parte, Nicaragua ha prohibido la operación de UAV, y Honduras y El Salvador no cuentan con regulaciones al respecto. Es importante advertir que las situaciones de vacío regulatorio o de regulación incompleta requieren especial atención, dado que puede generar situaciones que pongan en peligro la seguridad nacional, al tiempo que desincentivar el avance tecnológico.

¿Cómo avanzar entonces hacia la elaboración de marcos regulatorios adecuados? ¿Cómo profundizar y mejorar los marcos ya establecidos? El análisis realizado encuentra que el enfoque gradual y basado en la gestión de riesgos es el más apropiado para velar por la seguridad del territorio nacional y los ciudadanos, permitiendo e incentivando a la vez el desarrollo de la tecnología (OACI, 2016). Sobre la base de las lecciones aprendidas en esta y otras temáticas relacionadas con avances tecnológicos, así como—y el análisis comparado entre tales lecciones, las regulaciones de CRD y las regulaciones de otros países—, en los párrafos siguientes se presentan los lineamientos que pueden guiar a los países de CRD a la hora de elaborar, profundizar o actualizar sus marcos regulatorios. Vale la pena destacar que estos lineamientos se encuentran en concordancia con el *toolkit* de UAV elaborado por la OACI (2016), que se encuentra a disposición de las autoridades nacionales. Los lineamientos mencionados se presentan agrupados en diez categorías, a saber:

7.1 Identificación de la autoridad competente en la materia

La identificación de qué organismo dentro del sector público será el competente para dictar y velar por la aplicación de la regulación es un primer paso importante hacia la elaboración de un marco regulatorio para las operaciones de UAV. En los casos analizados, todas las regulaciones establecen como autoridad competente a la agencia que se encuentra a cargo de regular el espacio aéreo. Sin embargo, en algunos temas como la protección de la privacidad, el resguardo del medioambiente y el apoyo al desarrollo y testeo de la tecnología, algunas regulaciones atribuyen la competencia a otras autoridades. En este sentido, cobra gran importancia el siguiente lineamiento.

7.2 Colaboración inter-ministerial e inter-agencial

Dado que existen aspectos relacionados con las operaciones de UAV que exceden las competencias de las autoridades aeronáuticas, la colaboración al interior del sector público resulta clave. Países como Estados Unidos y el Reino Unido han conformado grupos de trabajo —entre representantes de diferentes ministerios y agencias— con diferentes propósitos, entre ellos: asegurar la complementariedad y consistencia entre las regulaciones sobre los UAV y el resto de las regulaciones y leyes vigentes (por ej., en temas de privacidad, propiedad privada, espectro y medioambiente); establecer los roles de cada organismo en esta materia; revisar la regulación a la luz de los avances tecnológicos u otros avances en sectores transversales, como la protección de la privacidad; compartir información sobre proyectos de investigación y desarrollo de tecnología; y velar por la seguridad de los ciudadanos. Por lo tanto,

resulta fundamental asegurar cierta regularidad en las reuniones de estos grupos de trabajo, y la participación de todos los organismos directa o indirectamente relacionados con las operaciones de UAV.

7.3 Colaboración con el sector privado, la industria de UAV y la sociedad civil

De crucial relevancia es la colaboración con el sector privado, la industria de UAV y la sociedad civil, en tanto actores que ofrecen y demandan UAV, y que podrían verse afectados —positiva o negativamente— por las operaciones de UAV. Dado que el sector y la tecnología de UAV se encuentran en constante evolución, esta colaboración no sólo debe buscarse al momento de elaborar la regulación, sino también luego de su entrada en vigor, a fin de asegurar su actualidad y pertinencia en materia de protección de la seguridad nacional y de los ciudadanos, así como fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico. Esta colaboración puede realizarse mediante diferentes vías: (i) consulta pública sobre la propuesta de regulación; (ii) talleres de debate sobre la propuesta con el sector privado, la comunidad académica y la sociedad civil; (iii) grupos ad-hoc para el seguimiento de la regulación y la elaboración de sugerencias de modificación; (iv) participación del sector público en foros del sector privado (por ej., en lo que respecta a estándares); y (v) formación de alianzas con la industria de UAV y la comunidad académica para la investigación, el desarrollo y el testeo de la tecnología.

7.4 Colaboración con otros países y organismos internacionales

En tanto se trata de un sector en constante desarrollo técnico y regulatorio, resulta crítico que las autoridades competentes se involucren activamente en las discusiones que están desarrollándose en el marco de la OACI, mientras dicha organización completa el proceso de elaboración de estándares y prácticas para la regulación de UAV, previsto para 2020. Ello con el fin de que las modificaciones de las regulaciones nacionales existentes o la elaboración de nuevas regulaciones se ajusten a los avances que surgirán del debate internacional que tendrá lugar en los próximos años en seno de tal organización. Asimismo, también resulta importante asegurar canales de diálogo y colaboración con otros países, especialmente con los países vecinos y los que se encuentran más avanzados en el desarrollo tecnológico y regulatorio en la materia (por ej., Estados Unidos y el Reino Unido). En el caso de los países vecinos, la colaboración será crucial cuando se permita a los UAV volar más allá de la VLOS y la tecnología aumente la autonomía de las baterías de los UAV. De acuerdo con la OACI, existen múltiples áreas y objetivos de colaboración entre los países, entre los que se incluyen: (i) realizar tareas de investigación y desarrollo en materia de tecnología, regulación y gestión del

tráfico aéreo; (ii) compartir datos y armonizar sistemas de información; (iii) elaborar estrategias y acuerdos para asegurar el cumplimiento de las regulaciones; (iv) implementar programas de entrenamiento del personal de las agencias públicas involucradas; y (v) compartir buenas prácticas, lecciones aprendidas y material de información y disseminación.

7.5 Enfoque gradual y basado en la gestión de riesgos

Sobre la base de lecciones aprendidas en esta y otras temáticas relacionadas con avances tecnológicos, el enfoque gradual y basado en la gestión de riesgos es el más adecuado como guía para elaborar una regulación que vele por la seguridad del territorio nacional y sus ciudadanos, sin dejar de incentivar la innovación y el desarrollo tecnológico (OACI, 2016). El enfoque gradual se refiere al hecho de que, luego de aprobada la regulación, sea posible contar con la flexibilidad necesaria para modificarla según los avances de la tecnología, el desarrollo regulatorio y las buenas prácticas internacionales. En este sentido, la elección del instrumento regulatorio y el proceso de modificación previsto son elementos importantes que deben tenerse en cuenta para asegurar tal flexibilidad. Por su parte, el enfoque basado en riesgos implica adoptar posiciones regulatorias que mitiguen dos riesgos principales relacionados con las operaciones de UAV: el que un UAV ponga en peligro la vida de las personas o pueda causar daños a la propiedad, y el riesgo de que un UAV pueda colisionar con otra aeronave en su fase de vuelo. Estos riesgos tienen que ser tenidos en cuenta a la hora de emitir disposiciones relacionadas con las categorías de UAV que pueden operar (drones más grandes y pesados, por ejemplo, pueden causar daños mayores); la velocidad, la altura y la distancia permitida para las operaciones (el daño de colisión con otras aeronaves se incrementa con la altura); la posibilidad de realizar operaciones fuera de la VLOS; el momento del día y las condiciones climáticas admitidas; las actividades que pueden realizar los drones; las zonas donde pueden operar (por ej., el riesgo de colisión se incrementa en zonas próximas a aeropuertos y espacios aéreos restringidos o segregados); y la necesidad de contar con una póliza de seguro, entre otros requisitos. Utilizando un enfoque basado en riesgos, regulaciones como la del Reino Unido distinguen varias categorías de UAV con restricciones diferenciadas, de acuerdo a su grado de riesgo y la complejidad de las operaciones a realizar. En general, las regulaciones de los diferentes países han optado por ser más permisivas con las operaciones de bajo riesgo y han dejado a consideración de las autoridades competentes la posibilidad de conceder exenciones para realizar operaciones de mayor riesgo relativo. Esto último con el fin de no desincentivar el avance tecnológico en el sector. En este sentido, es importante que las

regulaciones establezcan claramente en qué casos puede solicitarse una exención y quién es la autoridad competente para otorgarla.

7.6 Bases de información

La mayoría de las regulaciones analizadas crean un registro nacional de UAV y señalan la obligatoriedad de registrarlos. Este registro es una importante base de datos para comprender la extensión y las características del sector, e identificar responsabilidades en el caso de accidentes o usos prohibidos de UAV. Algunas regulaciones también obligan a notificar los accidentes que se verifiquen durante las operaciones, con el objetivo de recabar información, analizar las características de los accidentes, identificar responsabilidades y mitigar riesgos futuros.

7.7 Requerimientos para pilotos

Las regulaciones más completas establecen en qué casos se necesita una licencia para operar un UAV y qué requisitos deben cumplirse para obtenerla. Entre tales requisitos se incluyen: edad mínima del solicitante; conocimientos técnicos y teóricos sobre principios de vuelo, regulaciones aéreas y meteorología; evidencia de experiencia práctica en operaciones de UAV; y conocimiento sobre las responsabilidades del piloto de un UAV.

7.8 Capacitación del personal de la autoridad competente y fortalecimiento institucional

Debido al carácter novedoso de esta tecnología, una de las lecciones aprendidas en esta, así como en áreas relacionadas con avances tecnológicos, subraya la importancia de capacitar al personal de la autoridad competente, que es quien velará por la aplicación de la regulación. Asimismo, la adopción de un enfoque gradual en la regulación de operaciones de UAV implica garantizar que el personal de la autoridad competente esté permanentemente actualizado sobre los avances en esta tecnología y los marcos normativos de otros países, para lo que es necesario cimentar fuertes lazos de comunicación con el sector privado, la industria de UAV, las autoridades competentes de otros países y los organismos internacionales con injerencia en la materia. El gradualismo también impone la necesidad de conceder exenciones en ciertos casos, para lo que se deben gestionar eficientemente las solicitudes —por ejemplo, en un plazo razonable, teniendo en cuenta lo dinámico del sector. Finalmente, resulta clave apoyar a la autoridad competente en áreas como la creación de sistemas informáticos para el registro de

UAV, el monitoreo del sector, el registro de accidentes, la disseminación de información y la formación de la ciudadanía.

7.9 Sandboxes para investigación y desarrollo de la tecnología

Con el propósito de fomentar la innovación y, al mismo tiempo, velar por la seguridad nacional y de los ciudadanos, aquellos países que lo quisieran podrían establecer alguna(s) zona(s) del país con espacio aéreo segregado para la investigación y el desarrollo de la tecnología de UAV. En tales zonas, los requisitos de la regulación podrían ser flexibilizados a fin de, por ejemplo, probar la tecnología para operar fuera de VLOS, transportar carga, operar de manera autónoma, operar grupos de UAV, formar y evaluar al personal de las propias autoridades competentes y, en general, testear los nuevos desarrollos en condiciones reales. Siguiendo las prácticas estadounidenses y del Reino Unido, sería recomendable crear alianzas con universidades, con centros de investigación y con la industria de UAV. Los países también podrían destinar recursos para investigación sobre beneficios y riesgos, con el fin de emitir nuevas regulaciones o modificar las existentes cuando las características técnicas pongan en peligro el bien común (daño al medioambiente, fauna, contaminación, contaminación sonora) o, cuando no lo hicieren, emitir regulaciones más permisivas o flexibilizar las existentes.

7.10 Educación de la sociedad civil

El sector público también debe cumplir un rol clave en la educación de la sociedad civil, cuyos miembros son potenciales usuarios de esta tecnología y podrían verse —directa o indirectamente— involucrados en las operaciones con drones. Las maneras de incrementar el conocimiento de estos actores son variadas e incluyen desarrollar material para disseminación y entrenamiento, realizar campañas de información y cursos de formación presencial o virtual, e involucrar a la sociedad civil en instancias de consulta de proyectos normativos y en grupos de trabajo público-privados.

CONCLUSIONES

Este trabajo realiza un análisis comparado de las regulaciones de los países de Centroamérica y República Dominicana en materia de vehículos aéreos no tripulados, a la luz de las adoptadas en otros países dentro y fuera de la región. Asimismo, revisa y reseña las lecciones aprendidas en materia de regulación de este y otros ámbitos relacionados, con el fin de brindar

algunos lineamientos útiles para que los países de CRD avancen en la elaboración de normativas territoriales para las operaciones de vehículos aéreos no tripulados.

En los albores de la IV Revolución Industrial, la utilización de UAV puede traer grandes beneficios para las actividades productivas. Sin embargo, el uso de esta tecnología también conlleva importantes desafíos para las sociedades. En este contexto, el rol del sector público es clave en tanto promotor de un marco regulatorio que asegure el bien común al tiempo que no desincentive a la innovación. Con el fin de avanzar en la elaboración de marcos regulatorios en la materia, y profundizar aquéllos ya establecidos, el documento concluye con la presentación de un decálogo de lineamientos que pueden guiar a los países de CRD en este sentido.

REFERENCIAS

- Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC). 2015. Reglamento Provisional de los Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT). En *Resolución ANAC N° 527/2015*. Argentina: ANAC.
- Associated Press in Tokyo. 2015. Drone ‘containing radiation’ lands on roof of Japanese PM’s office. *The Guardian*, <https://www.theguardian.com/world/2015/apr/22/drone-with-radiation-sign-lands-on-roof-of-japanese-prime-ministers-office> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI). 2016. The benefits of unmanned aircraft systems.
- Autoridad Aeronáutica Civil (AAC). 2016. Requisitos para la Operación de los Sistemas de Aeronaves Piloteadas a Distancia (RPAS). En *Norma AAC/DSA/DG/01-16*. Panamá: ACC.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2016. Sistema innovador de prestación de servicios de salud en zonas rurales de la República Dominicana. En *Memorando de Donantes del Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN)*. Washington D.C.: BID.
- . 2017. Marco Sectorial de Respaldo para PYME y Acceso y Supervisión Financiera. Washington D.C.: BID
- British Broadcasting Corporation (BBC). 2014. Australian triathlete injured after drone crash. *BBC News*, <http://www.bbc.com/news/technology-26921504> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Burgess, M. 2016. DHL’s delivery drone can make drops quicker than a car. *Wired*, <http://www.wired.co.uk/article/dhl-drone-delivery-germany> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Calatayud, A. 2017. “The Connected Supply Chain”. En *Discussion Paper*. Washington D.C.: BID.
- Calatayud, A. y Ketterer, J. 2016. “Gestión integral de riesgos para cadenas de valor”. En *Nota Técnica*. Washington D.C.: BID.
- Civil Aviation Authority (CAA). 2015. CAP 722: Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace – Guidance. Reino Unido: CAA.
- Dirección General de Aeronáutica Civil de Guatemala (DGAC). 2013. Regulación de aeronaves no tripuladas, aeronaves de modelismo y fuegos artificiales. En *Regulación RAC 101*. Guatemala: DGAC.

- Dirección General de Aviación Civil (DGAC). 2017. Operaciones con Sistema de Aeronaves Piloteada a Distancia (RPAS). En *Directiva Operacional DO-001-OPS-RPAS*. Costa Rica: DGAC.
- European Union and Eurocontrol. 2016. European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe.
https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Federal Aviation Administration (FAA). 2016. UAV Sighting Report. Washington D.C.: FAA.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 2012. Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo. Roma: FAO.
- Goldsby, J. 2009. Supply Chain Risks: A Review and Typology. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1): 97-123.
- Haidari, L., et al. 2016. The Economic and Operational Value of Using Drones to Transport Vaccines. *Vaccine*, 34: 4062-7.
- Halsey, A. 2016. Drone sales soaring this Christmas, capping a record year for the industry. *The Washington Post*, https://www.washingtonpost.com/local/trafficandcommuting/drone-sales-soaring-this-christmas-capping-a-record-year-for-the-industry/2016/12/22/09d81c94-c862-11e6-85b5-76616a33048d_story.html?utm_term=.eb4367a9ad79 (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC). 2015. Resolución No. 008-2015 Que regula el uso y operación de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) o drones en Territorio Nacional. República Dominicana: IDAC.
- Insurance Information Institute (I.I.I.). 2016. Insurance fraud. <http://www.iii.org/issue-update/insurance-fraud> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- McFarland, M. 2017. UPS Drivers May Tag Team Deliveries with Drones. *CNN Tech*, <http://money.cnn.com/2017/02/21/technology/ups-drone-delivery/?mod=djemlogistics> (Consultado el 15 de junio de 2017)
- Mick, J. 2013. Pirate Party crashes spy drone in front of German Chancellor Angela Merkel. *Dailytech*,
<http://www.dailytech.com/Pirate+Party+Crashes+Spy+Drone+in+Front+of+German+Chancellor+Angela+Merkel/article33396.htm> (Consultado el 15 de junio de 2017)
- Miller, Z. J. 2015. Drone that crashed at White House was quadcopter. *Time*, <http://time.com/3682307/white-house-drone-crash/> (Consultado el 15 de junio de 2017).

- NBC. 2015. Drone carrying meth crashes near San Ysidro port of entry. <http://www.nbcsandiego.com/news/local/Drone-Carrying-Meth-Crashes-Near-San-Ysidro-Port-of-Entry-289353601.html> (Consultado 19 de abril de 2017).
- Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI). 2016. UAS Toolkit. <https://www4.icao.int/uastoolkit/Home/UAS2> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- Pigott, R. 2014. Heathrow plane in near miss with drone. *BBC News*, <http://www.bbc.com/news/uk-30369701> (Consultado el 15 de junio de 2017).
- PwC. 2016. Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of drone technology.
- Simchi-Levi, D., P. Kaminski y E. Simchi-Levi. 2003. *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. Segunda edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- The Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA). 2016. Drones for Agriculture. *ICT Update*, <http://ictupdate.cta.int/wp-content/uploads/sites/5/2017/02/ICT-82-EN-LR-2.pdf> (Consultado el 15 de junio de 2017).