



Ciencia y Poder Aéreo

ISSN: 1909-7050

cienciaypoderaaereo@epfac.edu.co

Escuela de Posgrados de la Fuerza
Aérea Colombiana
Colombia

Acuña Lizarazo, Marlon Efrén

DRONES, NUEVOS PANORAMAS PARA LA AVIACIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE
LA NORMATIVIDAD INTERNACIONAL FRENTE A LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA

Ciencia y Poder Aéreo, vol. 11, núm. 1, enero-diciembre, 2016, pp. 25-40

Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana
Bogotá, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673571174003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



DRONES, NUEVOS PANORAMAS PARA LA AVIACIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NORMATIVIDAD INTERNACIONAL FRENTE A LA NORMATIVIDAD COLOMBIANA¹

DRONES, NOVOS CENÁRIOS PARA A AVIAÇÃO: ANÁLISE COMPARATIVO
DA NORMATIVIDADE INTERNACIONAL PERANTE A LEI COLOMBIANA²

DRONES, NEW SCENARIOS FOR AVIATION: COMPARATIVE ANALYSIS
OF INTERNATIONAL NOMATIVITY VERSUS COLOMBIAN STANDARDS³

Marlon Efrén Acuña Lizarazo⁴

Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 11/ Enero-diciembre de 2016/ Colombia/ Pp. 25-40

Recibido: 24/09/2016

Aprobado evaluador interno: 29/09/2016

Aprobado evaluador externo: 07/10/2016

Doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.524>



Para citar este artículo:

Acuña, M. (2016). Drones, nuevos panoramas para la aviación: análisis comparativo de la normativa internacional frente a la normativa colombiana. *Ciencia y Poder Aéreo*, 11 (1), 25-40. Doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.524>

¹ Artículo de revisión derivado del trabajo de investigación para optar el título de Especialista en Seguridad Operacional de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

² Artigo de revisão derivado do trabalho de pesquisa para receber o título de Especialista em Segurança Operacional da Escola de Pós-graduação da Força Aérea Colombiana.

³ Revision article derived from the research work to opt for the title of Specialist in Operational Safety of the Colombian Air Force's Postgraduate School.

⁴ Ingeniero mecánico de la Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez". Oficial Piloto de la Fuerza Aérea Colombiana. Asesor de Seguridad Operacional CACOM-5, Gestor de Lecciones Aprendidas, Especialista en Gerencia de la Seguridad Operacional EPFAC. Correo electrónico: superzona84@gmail.com

Resumen: el propósito de este artículo de investigación de tipo documental-descriptiva es realizar un análisis comparativo de las normas aéreas establecidas por entidades internacionales como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), la Administración Federal de Aviación (FAA) y la Autoridad Civil de Aviación (CAA), frente a la normatividad implementada por la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil (UAEAC) en cuanto a la regulación de operaciones aéreas con aeronaves conocidas como drones, generando nuevos desafíos para la aviación tradicional en espacios aéreos congestionados, debido a un aumento en el uso de drones a causa de la innovación y creatividad del ser humano en la generación de nuevas soluciones tecnológicas (Thomas, 2015). Finalmente, se pretende establecer una contribución normativa al programa de prevención de accidentes de Aeronaves Remotamente Tripuladas (ART), afianzando de esta manera un sistema de seguridad operacional proactivo como lo sugiere el documento "Guía Rápida de Seguridad Operacional" (FAC, 2015), mediante el diseño e implementación de una base de datos de operadores de drones, la creación de un curso virtual similar al instaurado por FAA, llamado "know before you fly", sin dejar a un lado la continua promoción y divulgación de la legislación ya establecida, mejorando la comunicación entre los usuarios y la autoridad aeronáutica competente.

Palabras clave: drones; normatividad aérea; nuevas tendencias en la aviación; espacios aéreos; seguridad operacional.

Resumo: o objetivo deste artigo de pesquisa de tipo documental-descriptivo é fazer um análise comparativo das normas aéreas estabelecidas por entidades internacionais como a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), a Agência Europeia de Segurança Aérea (EASA), a Administração Federal de Aviação (FAA) e a Autoridade Civil de Aviação (CAA), perante da normatividade implementada pela Unidade Administrativa Especial Aeronáutica Civil (UAEAC) quanto à regulamentação de operações aéreas com aeronaves conhecidas como drones, gerando novos desafios para a aviação tradicional em espaços aéreos transitados devido ao aumento na utilização de drones por causa da inovação e a criatividade do ser humano na geração de novas soluções tecnológicas (Thomas, 2015). Finalmente, trata-se de estabelecer uma contribuição normativa para o programa de prevenção de acidentes de Aeronaves Remotamente Tripuladas (ART), fortalecendo assim um sistema de segurança operacional proativa como este documento faz a sugestão "Guia Rápida de Segurança Operacional" (FAC, 2015), mediante o desenho e implementação duma base de dados de operadores de drones, a criação duma aula virtual parecida com a criada pela FAA, chamada "know before you fly", sem deixar do lado a constante promoção e divulgação da legislação já estabelecida, melhorando a comunicação entre os usuários e a autoridade aeronáutica competente.

Palavras-chave: drones; normatividade aérea; novas tendências na aviação; espaços aéreos.

Abstract: The purpose of this documentary-descriptive research article is to conduct a comparative analysis of air standards established by international organizations such as the International Civil Aviation Organization (OACI), the European Aviation Safety Agency (EASA), the Federal Aviation Administration (FAA) and Civil Aviation Authority (CAA), compared to the regulations implemented by the Civil Aeronautical Special Administrative Unit (UAEAC) regarding the regulation of air operations with aircraft known as drones, generating new challenges for traditional aviation in congested airspace, due to an increase in the use of drones because of the innovation and creativity of the human being in the generation of new technological solutions (Thomas, 2015). Finally, it is intended to establish a normative contribution to the program for the prevention of accidents of Remotely Manned Aircraft (ART), thus securing a proactive operational safety system as suggested in the document "Fast Operational Safety Guide" (FAC, 2015). Through the design and implementation of a database of drone operators, the creation of a virtual course similar to the one established by FAA called "know before you fly", without leaving aside the continuous promotion and dissemination of legislation already established, improving communication between users and the competent aeronautical authority

Key Words: Air regulations; Air Spaces; Drones; Operational Safety; New Trends in Aviation.

Introducción

A lo largo de la historia las necesidades militares han dado lugar a importantes beneficios de la humanidad (Díaz, 1995). En este caso en particular, se buscaba la reducción de la pérdida de vidas de pilotos militares en territorio hostil como lo menciona Cargill (2014), lo que generó una evolución en la industria aeronáutica, llegando a obtener en la actualidad aeronaves no tripuladas fabricadas en su totalidad con materiales compuestos (Cook & Pedersen, 2011). Hoy en día, la invención más importante de la aviación es la creación de una nueva industria tal y como lo menciona Pino (2016), con un factor determinante ya que estas aeronaves vuelan sin piloto a bordo, en donde son guiados remotamente desde una estación en tierra, agua o aire (Lafay, 2015). Este tipo de aeronaves son nombradas de diferentes maneras, Aligator (2016) publica algunos de los nombres, los cuales dependen de la organización o región donde se operen. No obstante, unos de los más usados son: Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Remotely Pilot Vehicles (RPV), Remotely Operated Vehicles (ROV), Aeronave Remotamente Tripulada (ART).

De ahí, la finalidad de esta investigación es la comparación de las normas internacionales de países como Reino Unido, Estados Unidos y organizaciones como OACI y EASA referentes en la promoción de la seguridad operacional y en la interacción de operaciones aéreas con drones, con el ánimo de resaltar las diferencias y posibles recomendaciones para robustecer la normatividad actual de Colombia. Para desarrollar esta idea se establecerán los siguientes pasos: recolectar las normas internacionales implementadas por OACI y EASA en cuanto al control de la industria aeronáutica de los drones, realizar la categorización de tres aspectos (clasificación de aeronaves, límites de operación y licencias de pilotos) entre la normatividad colombiana y la normatividad de Estados Unidos y Reino Unido, y establecer si es pertinente la aplicación de regulaciones civiles con el propósito de brindar mejoras al programa de prevención de accidentes de aeronaves remotamente tripuladas de la FAC.

Método

La metodología aplicada en la elaboración de la presente investigación tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Técnicas documentales

Se conserva la información organizada y actualizada mediante la técnica de fichaje, con el fin de registrar la información recolectada de fuentes secundarias (Becerra, 2012). Por otro lado, se realiza una encuesta la cual define Fink & Kosecoff (2009) como el procedimiento que permite la recolección de información para describir, comparar o explicar conocimientos, con el objetivo de obtener datos

sobre la percepción del uso de drones y de la generación de peligros para la aviación en espacios aéreos congestionados; igualmente se verifica el nivel de conocimiento de los encuestados en las normas y regulaciones de drones en Colombia.

Link de la encuesta aplicada puede ser consultada en: https://docs.google.com/forms/d/1d4ciFOtfmkkdV_pB-JmD30DU8ShsMcDxoCoSXWleUcTQ/edit

Tipo de estudio

Se contempla el uso de la investigación descriptiva-documental, de acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2006) es la recolección de datos particulares representativos de un tema a investigar, en este caso de la normatividad que regula el uso de drones en organizaciones como EASA y OACI y cómo se implementa en países líderes en seguridad operacional, entre ellos Reino Unido y Estados Unidos, realizando una comparación con la normatividad colombiana. Por otro lado, por su finalidad es una investigación documental en donde se recopila información de fuentes secundarias (Jaimes & Almeida, 2011) sobre documentos concernientes al avance de la industria aeronáutica de drones y como intervienen en los espacios aéreos actuales bajo el control de las regulaciones aéreas.

Finalmente, la investigación tiene un enfoque cualitativo como lo menciona Cortes e Iglesias (2005) "es investigar sin mediciones numéricas, tomando encuestas, entrevistas, descripciones, puntos de vista de los investigadores, no tomando en general la prueba de hipótesis como algo necesario" (p.10).

Contexto

La actual investigación se concentró en recolección de normas internacionales que regulan las operaciones aéreas de aeronaves remotamente tripuladas más conocidas como drones, promulgadas por organizaciones internacionales como OACI y EASA comparando su proceso de implementación en países como Estados Unidos, Reino Unido y Colombia, se usó la técnica de fichaje para catalogar las normas que regulan la operación de drones. De igual manera, se realizó una encuesta con el fin de examinar la percepción de los pilotos sobre la normatividad de drones y de la generación de peligros para la aviación en espacios aéreos congestionados.

La investigación se desarrolló en tres fases: *Primera Fase*: Diseño de investigación: en esta fase se cumple el diseño de la problemática, se define los objetivos y justificación del trabajo. *Segunda Fase*: fichaje de los documentos y análisis de la legislación pública y de la encuesta aplicada, en esta fase se reúne la información relacionada



con normatividad de drones, y su impacto en la aviación específicamente en los modelos de gestión de seguridad operacional. De esta manera, se traza una comparación entre las regulaciones actuales en Colombia encaminadas al control de operaciones de drones con las regulaciones de Estados Unidos y Reino Unido. *Tercera Fase:* conclusiones y recomendaciones. A lo largo de esta fase, se establece una serie de conclusiones y recomendaciones que permitirán gestionar un sistema de seguridad operacional proactivo en el cual se puedan crear nuevas actualizaciones a las normas referentes a drones, las cuales podrán ser un referente para fortalecer el programa de prevención de accidentes de aeronaves remotamente tripuladas de la FAC.

Población y muestra

La población que se estudió fueron los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), manejando un muestreo probabilístico ya que todos los sujetos tuvieron las mismas oportunidades para ser elegidos Hernández, *et al.*, (2006) de esta forma se contó con una población de alrededor de 800 pilotos y una muestra probabilística de 80 pilotos; es decir, un subgrupo de la población de la cual se recolectó los datos a analizados.

Aspectos éticos

La investigación se centra en la normatividad internacional que regula las operaciones aéreas de drones, promulgadas por organizaciones internacionales como OACI y EASA comparando su proceso de implementación en países como Estados Unidos, Reino Unido y Colombia, este artículo no revela posibles afectaciones a la dignidad humana, la autonomía individual y la libertad de los individuos que la promulgan, de esta forma la encuesta sólo se enfoca en el nivel de conocimiento de la normatividad, en la cual los participantes serán informados del propósito de la investigación, tendrán derecho de negarse a realizarla, retirarse cuando lo deseen y mantener sus opiniones en confidencialidad y anonimato amparadas bajo las políticas de privacidad de la FAC.

Drones, su historia en la aviación

En 1849 se dieron los primeros pasos en esta industria donde el ejército austriaco usó globos con explosivos, que dependían mucho del viento (Mundrone, 2014).

Luego, en la Primera y Segunda Guerra Mundial los drones se desarrollaron de la mano de las bombas guiadas, que fueron el origen de los misiles crucero de la actualidad, pero no fue hasta 1944 donde Estados Unidos empleó el drone OQ-2 en ataques aéreos de acuerdo a RT (2012).

Por último, después de la Guerra del Yom Kippur de 1973, Israel abordó el diseño de un avión pequeño no tripulado, y en 1982 dan sus primeros resultados destruyendo posiciones enemigas, por lo que en 1984 la armada estadounidense e Israel trabajan en el desarrollo de aviones no tripulados. En las operaciones Tormenta del Desierto en 1991, distintos drones sorprendieron al mundo entero, tomando fotografías a los blancos en los que demostraron su versatilidad y fiabilidad como lo indica Jurado (2014).

De esta forma, en los últimos años el interés de países en este tipo de aeronaves se disparó, bajo la premisa inicial de que su construcción es económica al igual que su operación, y siendo lo más importante la protección de vidas humanas como lo expone (Carlson, 2001). Fue así como en Colombia en el año 2006 la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) dio inicio a operar este tipo de aeronaves con la donación del ScanEagle un drone de clase 1 (ver Tabla 1) que desarrollan misiones de inteligencia en operaciones militares como habla López (2014). En el año 2014, la FAC adquirió un nuevo grupo de drones cuya denominación son Hermes 450 y Hermes 900 (ver Figura 1) de fabricación israelí.



Figura 1. Hermes 900 de la FAC.

Fuente: Webinfomil, (2013). Fuerza Aérea Colombiana recibe los aviones remotamente tripulados hermes 900. [image] [Accessed 13 Oct. 2016]. <http://www.webinfomil.com/2014/11/fuerza-aerea-colombiana-hermes-900-uav.html>

Además, se conoce el interés que tiene la FAC en crear alianzas con empresas como la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC) y AIRBUS compañía aeroespacial; en el desarrollo de un proyecto denominado "IRIS" el cual es la fabricación de un drone táctico, el cual ya realizó algunas pruebas en el país (ver Figura 2).



Figura 2. Proyecto Iris.
Fuente: Webinfomil (2014). Colombia reúne a los países más desarrollados en Aeronaves Remotamente Tripuladas [image] Webinfomil.com. Retrieved 26 July 2016, from <http://www.webinfomil.com/2014/10/colombia-unvex-2014-drones-uav.html>

Tipos y clasificación de Drones

Para clasificar un drone se debe tener en cuenta diferentes variables (ver Tabla 1) como lo son su velocidad, techo de operación, tamaño, autonomía de vuelo, misiones, radio de alcance y lo más importante el tipo de control que requieren.

Países como Estados Unidos y Reino Unido han empleado drones Ehredt (2010) para realizar tres tipos de misiones esenciales de vigilancia y adquisición de objetivos, comando y control táctico, y por último ataque en conjunto. Es importante determinar el uso de drones en dos grupos (ver Figura 3).

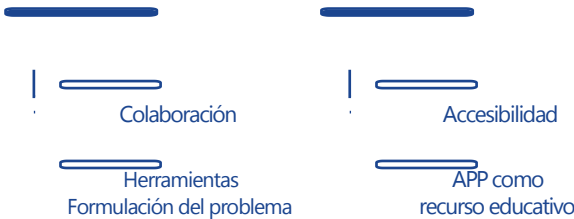


Figura 3. Tipos de Drones.
Fuente: Drone (2016). Tipos y categorías de Drone. Comprar Drones baratos. Retrieved 23 July 2016, from <http://droneymas.es/tipos-de-drone/>

Tabla 1. Clasificación de drones						
Clase	Categoría	Empleo	Altitud de Operación	Radio de alcance	Comandante principal	Plataforma
Clase I (menor a 150 Kg)	Pequeño > 20 Kg	Unidad táctica (emplea sistema de lanzamiento)	Superior a 5K Pies AGL	50 km (línea de vista)	BN-Regt, BG	Hermes 90 Luna
	MINI 2-20 Kg	Sub unidad táctica (lanzamiento manual)	Superior a 3K Pies (Línea de vista)	25 km (línea de vista)	Coy-Sqn	Aladín DH3 DRAC Eagle Raven Scan Skylark Strix T-Hawk
	MICRO < 2 Kg	Táctico (un solo operador)	Superior a 200 Pies AGL	5 km (línea de vista)	PI, Sect	Black widow
Clase II (150 Kg a 600 Kg)	TÁCTICO	Formación táctica	Superior a 10,000 Pies AGL	200 km (línea de vista)	Bde Comd	Aerostar Hermes 450 View 250 ranger Sperwer
Clase III (más de 600 Kg)	Ataque/Combate	Estratégico/Nacional	Superior a 65,000 Pies	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	Teatro COM	
	HALE (alta altitud/prolongada persistencia)	Estratégico/Nacional	Superior a 65,000 Pies	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	Teatro COM	Global Hawk
	MALE (altitud media/prolongada persistencia)	Teatro operacional	Superior a 45,000 Pies MSL	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	JTF COM	Predator B Predator A Harfan Heron Heron TP Hermes 900

Fuente: NATO (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems* (1st ed., p. 6). Römerstraße 140 47546 Kalkar (Germany). Retrieved from http://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS_CONEMP.pdf [Accessed 8 Jun. 2016].



Brito (2014) indica que los drones en el ámbito civil se encuentran cumpliendo un gran número de actividades como los son:

- Cartografía
- Agricultura
- Servicios forestales
- Geología
- Hidrología
- Medio ambiente
- Control de obras
- Seguimiento urbanístico
- Seguridad de eventos
- Producción de cine.

En la Figura 4 se observa una fotografía aérea realizada por un drone en la ciudad de Bogotá D.C., el cual es uno de los ilimitados usos civiles de acuerdo a Batistoni (2015).



Figura 4. Capacidades de Drones.

Fuente: Búscala (2016) *Las mejores fotos tomadas por drones.* #Tecnología. [image] Retrieved 24 July 2016, from <http://buscala.com/tecnologia/las-mejores-fotos-tomadas-por-drones/>

Espacio aéreo congestionado

Hoy día las grandes ventajas que ofrece el uso de drones, así como su bajo costo y fácil adquisición han provocado que las personas fuera de un entorno militar los empiecen a usar (Warren, 2014). Lo anterior, generó una demanda de producción inimaginable y se espera de acuerdo a Magazine (2015) que para el año 2021 se den unas ganancias alrededor de los \$4800 millones de dólares en esta industria.

En este orden de ideas, se espera el desarrollo de micro drones, utilizados en actividades complejas de acuerdo a la necesidad del operario; creando una amenaza real y creciente para la aviación comercial como lo señaló EL TIEMPO (2016).

Esta naciente industria ha provocado que países como Estados Unidos diseñen una gran base de datos (ver Figura 5) que muestra el código de ciudad, Estado y código postal de cada propietario de un drone de acuerdo a FAA (2016).

Además, se estipula que la operación de drones se realizará en espacio aéreo clase G (espacio aéreo no controlado), el cual de acuerdo al UAEAC (2005) se permiten los Vuelos con Reglas Instrumentos (IFR) y Vuelos con Reglas Visuales (VFR) de acuerdo a los límites de velocidad y visibilidad de las aeronaves para su operación.



Figura 5. Base Datos EE. UU de Drones.

Fuente: RoboticsTrend (2016).

En América Latina, se han creado diversas regulaciones para la operación de estas aeronaves de acuerdo a Vicario (2015) con el fin de encontrar solución para controlar este tipo de amenaza en el espacio aéreo (ver Figura 6). Sin embargo, de acuerdo con Gomis & Falck (2016) las normas latinoamericanas presentan limitaciones debido a que no tienen presente la innovación de esta industria, no presentan límites claros de los usos por parte de las instancias públicas, no ofrecen herramientas e instituciones que servirían para ser efectivas las normas, la mayoría de las regulaciones son el resultado de procesos de imitación y no todas las legislaciones han integrado la dimensión ética Gregory (2011), dando a entender que se aplican las condiciones estándares de la protección de los datos y de la privacidad.



Figura 6. Drones en Espacios aéreos.

Fuente: NASA, (2014). NASA Armstrong Fact Sheet: Unmanned Aircraft Systems Integration in the. [image] [online] NASA. Available at: <http://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/Factsheets/FS-075-DFRC.html> [Accessed 4 Jun. 2016].

Lo complejo del contexto de las operaciones aéreas es una integración de la seguridad operacional y el ser humano, bajo un marco de tres componentes (amenazas, errores y estados no deseados) de acuerdo a OACI (2009) para el control de un ambiente dinámico como lo es la operación de drones en un entorno de aviación tradicional

Drones, tendencia actual en la aviación

En la conferencia de aviación realizada en el mes de febrero del año 2016 en la ciudad de Singapur, la comunidad internacional de aviación en cabeza de Tony Tyler, Director general y consejero delegado de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), Tyler (2015) declaró que la amenaza de los drones está evolucionando debido a que las personas están empezando a descubrir muchas posibles aplicaciones no solo militares, por lo que no se puede permitir que se convierta en una amenaza para la seguridad de la aviación mundial.

Por otra parte, Rob Eagles, Director de Infraestructura de la IATA expresó "algunos países simplemente han prohibido su venta, pero eso no es lo que queremos. Tenemos que encontrar la manera de diseñar, publicar y hacer cumplir las reglas para el usuario" IATA (2015).

La influencia del uso de drones es un tema de gran relevancia que ha llevado que autores como Sánchez (2011) considere que la proliferación de dichos sistemas año tras año demuestra la realidad de su importancia, a pesar de no existir todavía una reglamentación definida que les permita volar en espacio aéreo complejos.

Mientras se realizan estas regulaciones para el control de las operaciones de drones se continúa el crecimiento de esta industria, como lo reflejan los 670.000 drones que ha vendido la firma francesa Parrot en los últimos cuatro años (Semana, 2015).

Aunque en la actualidad no se registran accidentes de aviones comerciales generados como consecuencia de la operación de drones en espacios aéreos controlados, el centro de estudios de drones de la universidad estadounidense de Bard indicó que entre 2014 y 2015 había registrado 900 incidentes con drones en el espacio aéreo de Estados Unidos, 138 de estos clasificados en colisión cercana con 500 pies de altura de diferencia (Holland & Gettinger, 2016). Por otra parte, en la aviación militar si existen incidentes que van más allá de un reporte de proximidad como lo señaló Ontiverio (2011) en el cual la Fuerza Aérea de los Estados Unidos durante operaciones en Irak tuvo un incidente en el cual un avión A-10 Thunderbolt sufrió una colisión cuando regresaba a su base con un pequeño UAV

(Unmanned Aerial Vehicles) de lanzamiento manual, la colisión afectó el sistema hidráulico del avión y apenas este logro aterrizar.

OACI y EASA organizaciones internacionales referentes de seguridad operacional en el empleo de drones

La OACI (2013), autoridad máxima en estándares para la seguridad operacional en la aviación comercial, en su anexo 19, menciona como pilar fundamental de un sistema de seguridad operacional la gestión de riesgos, basado en la identificación de peligros y la evaluación/mitigación de los riesgos, estos principios con la misma importancia el uno del otro, son elementos que deben trabajar de una manera armónica para la eficiencia del sistema.

Como consecuencia de estas disposiciones, OACI realiza el plan global para la seguridad operacional de la aviación (GASP), con vigencia 2014-2016, cuyo objetivo a mediano plazo ratifica la necesidad de la identificación y el control de los peligros de seguridad existentes o emergentes en la aviación como lo es la operación de drones en espacios aéreos no segregados OACI (2014).

Las operaciones con drones genera que las diferentes organizaciones de aviación mundial se preocupen por su control y vigilancia, la OACI desde el año 2005 motivada por una solicitud de la comisión de aeronavegación, la cual expresaba la preocupación por los procedimientos regulatorios de los Estados para evitar peligros con UAV, realizó dos reuniones en el año 2006 y 2007 sobre el tema cuyo resultado final fue la integración de estrategias y principios de un marco normativo donde OACI quedó encargada de realizar la elaboración de un documento de orientación estratégica, fue así como se dio origen a la circular 328, OACI (2011) la cual tiene como objetivo "comunicar la perspectiva de OACI respecto de la integración de los UAS en el espacio aéreo, considerando las diferencias con respecto de la aviación tripulada, y a la par alentar a los Estados a que contribuyan a la elaboración de una política" (p.2).

En cuanto al marco normativo OACI (2011) planteó defender un nivel elevado de la seguridad operacional, llevando como primer paso la elaboración de las diferencias entre aeronaves tripuladas y no tripuladas, por dos consecuencias principalmente, la incapacidad de cumplir aspectos del reglamento del aire, según anexo 2 - OACI (2005) en sus artículos 12, 15, 29,31,32,33. De igual forma, el anexo 11 OACI (2001) en servicios de tránsito aéreo, considera importante que las aeronaves deberán tratarse por las características operacionales, su grado de automatización y capacidades de vuelo en reglas por instrumentos o



visuales; resultando en que los proveedores de servicios de navegación aérea deberán revisar los procedimientos de emergencia y contingencia para tener en cuenta los modos de falla de los drones.

Asimismo, la falta de SARPS específicos para drones, arroja como resultado la misma responsabilidad por la operación de estas aeronaves al piloto remoto, que el piloto de una aeronave tripulada de acuerdo al anexo 1 OACI (2006) de licencias de personal debe tener un conocimiento aeronáutico amplio y profundo sobre el tema de vuelo drones exponiendo tener una instrucción de vuelo, nivel pericia óptimo y licencias para la operación de estas aeronaves. En el anexo 10 OACI (2001) obliga a que todas las aeronaves deben estar equipados con transpondedores de notificación de altitud que funcionen con arreglo a las disposiciones legales vigentes.

En cuanto a los requisitos ambientales del anexo 16 de OACI (2008), determina que los UAV pueden iniciar operaciones en aeropuertos, pero deben cumplir con las normas acústicas dependiendo de las actuales categorías de la aeronave suponiendo que se utilicen sistemas de propulsión similares a las aeronaves tripuladas.

Por otra parte, la Agencia Europea de Seguridad Aérea con siglas en inglés (EASA), analiza el riesgo de aeronaves no tripuladas en espacios aéreos no segregados tal como menciona Stoker (2005) en su reporte militar UAV-OAT, en el cual establece los principales riesgos como la inhabilidad, desviaciones, y errores de instrucciones por parte del ATC al piloto remoto en una separación de aeronaves segura dentro de un espacio aéreo.

En el año 2015, EASA planteó una propuesta de normatividad mediante un documento que contiene 33 propuestas, las cuales dan a conocer antecedentes y regulaciones, no todas a nivel básico para las operaciones de drones (Oñate, 2015).

Se necesita un cambio a la normativa vigente en materia de operación de drones (RCE N° 216/2008) debido a que se requiere un enfoque en la operación y no únicamente en las características del mismo, como lo menciona la propuesta para la operación de drones en Europa EASA (2015).

Se regula las operaciones de drones con la premisa de encontrar el equilibrio en garantizar la adecuada seguridad, mientras que no entorpezcan el mercado de esta industria. En su documento EASA (2015), clasifica los drones bajo tres categorías de funcionamiento teniendo en cuenta los siguientes riesgos para la seguridad:

- Daños a las personas en tierra.
- Colisión con aeronaves.
- Daños a la infraestructura.

Categoría abierta (riesgo bajo): la seguridad se garantiza con limitaciones operacionales, limitaciones de masa del producto y un conjunto mínimo de normas de funcionamiento. En cuanto a esta categoría que incluye aeronaves normalmente no percibidas por el público en general como aeronaves, por ejemplo los juguetes aéreos; el fabricante informará a todos los clientes las limitaciones operativas con una lista de los pros y los contras de la aeronave no tripulada, las cuales deben estar disponibles para todos los clientes.

Para reducir el riesgo para las personas los aviones no tripulados en la categoría abierta, los vuelos sobre las multitudes, no están permitidos (ver Figura 7). El piloto es responsable de asegurar una distancia mínima horizontal de 50 m y una altura máxima de 150 m sobre el suelo o el agua, de las personas y los bienes no involucrados en la operación de acuerdo a EASA (2015). Se establecerán subcategorías de la categoría (con una categoría por debajo de 250 gr y una masa máxima de 25 kg).



Figura 7. Distancia operación de drones.

Fuente: EASA (2015). *Propuesta para establecer reglas comunes para la operación de drones en Europa*. 1st ed. Köln, Germany: EASA.

Categoría específica (riesgo medio): obligará de la autorización por parte de la autoridad aeronáutica nacional, posiblemente asistida por una entidad calificada, tras una evaluación de riesgos elaborada por el operador como las operaciones de drones de cualquier tamaño por encima de las zonas densamente pobladas, como el centro de las ciudades.

Categoría certificada (riesgo alto): esta categoría deberá cumplir las normas de aeronavegabilidad y normas ambientales de las aeronaves tripuladas con supervisión de la agencia aeronáutica nacional.

Para garantizar la seguridad, protección del medio ambiente y la privacidad de las personas, la autoridad aero-

náutica nacional definirá las zonas de operación y zonas de no vuelo (ver Figura 8), esta información podría estar disponible a través de proveedores de servicios, a través de una aplicación, o directamente subido a los aviones no tripulados.



Figura 8. Espacios aéreos operación de drones.
Fuente: EASA (2015). *Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft*. 1st ed. Köln, Germany: EASA. Retrieved from <https://www.easa.europa.eu/document-library/notices-of-proposed-amendment/npa-2015-10>

En cuanto al cumplimiento de las limitaciones anteriormente mencionadas para la operación de aeronaves no tripuladas se requerirá identificar todos los riesgos a terceros en la tierra o en el aire generado por la operación teniendo como factores clave áreas de operación, espacio aéreo, diseño de los aviones no tripulados, tipo de operación de los aviones no tripulados, la competencia del piloto, factores de organización del operador y efecto sobre el medio ambiente.

Análisis y discusión de la normatividad de drones en Colombia, Reino Unido y Estados Unidos

De acuerdo a la Tabla 2 Normas sobre drones de FAA, CAA y UAEAC, se trazó un paralelo de las pautas de estos países en tres aspectos básicos para la operación de drones. El primero de ellos indica cómo cada Estado clasificó los drones; el segundo, enuncia las limitaciones operacionales que tiene el vuelo con drones; y posteriormente, los requerimientos que debe tener un piloto remoto de drones para operar con una licencia certificada por la autoridad aeronáutica de cada Estado.

Tabla 2.

Normas públicas sobre drones de FAA, CAA y UAEAC.

	ESTADOS UNIDOS FAA	REINO UNIDO CAA	COLOMBIA UAEAC
Drones	drones se clasifican con peso menor de 25 kg.	Pequeños 0-20 kg. Liviano > 20 to 150 kg. UAS > 150 kg.	a) Pequeños: con un peso despegue 0-25 kg. b) Grandes: peso despegue mayor a 25 kg.
Límites de Operación	<ul style="list-style-type: none">En todo momento la aeronave debe permanecer cerca al piloto a una distancia que le permita la observación de la misma.El operador puede actuar como piloto remoto de más de una aeronave.Las aeronaves no podrán volar sobre personas que no participan en la operación, ni tampoco sobre estructuras.Las operaciones sólo se realizarán de día, la visibilidad de tiempo debe ser mínimo de 3 millas de la estación de control.Las aeronaves deben tener iluminación anticolidión apropiada, deben ceder el paso a otras aeronaves.	<ul style="list-style-type: none">Las aeronaves de 20 kg o menos no necesitan certificado de aeronavegabilidad, ni inscripción, pero necesitan permiso de funcionamiento si son utilizados para trabajos aéreos.Las aeronaves de 20-150 Kg necesitan certificado de aeronavegabilidad, en algunas ocasiones registro y permiso de funcionamiento.Las aeronaves de más 150 Kg necesitan certificado de aeronavegabilidad y aprobación de EASA, registro y permiso de funcionamiento.Operaciones son aceptadas normalmente a una distancia máxima de 500 m en horizontal y 400 pies verticalmente desde el control remoto. otras distancias serán autorizadas para aviones de más de 20 kg dependiendo	<ul style="list-style-type: none">Cada aeronave debe estar equipada: con piloto automático, GPS, Placa de identificación.Su motor no debe generar exceso de ruido ni contaminación, sus hélices no pueden ser metálicas.Las aeronaves no podrán volar sobre áreas congestionadas, edificaciones o aglomeraciones de personas, durante condiciones meteorológicas de vientos fuertes o en horario nocturnoLas aeronaves no deben operar dentro de un radio de 1,8 kms de instituciones



	ESTADOS UNIDOS FAA	REINO UNIDO CAA	COLOMBIA UAEAC
Límites de Operación	<ul style="list-style-type: none"> • Su velocidad máxima será 87 nudos, altura máxima de 400 pies (AGL). • Sus operaciones en espacios aéreos Clase B, C, D y E se permite con el permiso ATC, las operaciones en el espacio aéreo de Clase G están permitidas sin permiso ATC. • Las aeronaves no transportan materiales peligrosos, la operación de carga se permite si el objeto está unido de forma segura y no afecta la controlabilidad de la aeronave, su peso no debe superar 55 lb. • Una persona no puede operar una aeronave si tiene cualquier condición física o mental que pueda interferir con la operación segura. • Es necesaria una inspección previa al vuelo. 	<p>de la complejidad del espacio aéreo. Así mismo en zonas congestionadas de más de 1000 personas la altitud mínima es de 150 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existen dos categorías (completa y restringida) para la evaluación de operadores. • La UAS tendrá un alto grado de dependencia con respecto a las comunicaciones seguras, incluso si están diseñados para ser capaces de detectar y rechazar órdenes falsas o engañosas. riesgo biológico, o sustancias psicoactivas. • El espectro de frecuencias específicas asignadas para su uso por parte de CAA más comúnmente encontrados son de 35 MHz, 2,4 GHz y 5,8 GHz • UAS dentro del espacio aéreo no segregado debe estar equipado con un transponder Modo S SSR • Operadores de SUA de masa de 7 kg o menos, se aconseja permanecer alejado de los aeródromos por al menos una distancia de 5 km. 	<p>gubernamentales, sedes políticas, instalaciones militares y de policía y centros carcelarios, tampoco deberán volar a una altura superior a 152 metros ni a más de 750 metros de distancia del operador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las aeronaves no deben transportar animales o materiales peligrosos de corredores aéreos.
Piloto y licencia	<ul style="list-style-type: none"> • El Piloto debe contar con licencia de aviador o estar bajo la supervisión directa de una persona con licencia de piloto. • Para tener derecho a una licencia de piloto remoto, debe demostrar conocimientos aeronáuticos mediante una prueba inicial en un centro de enseñanza aprobado por la FAA. completar una revisión de vuelo dentro de los 24 meses siguientes al curso, y por último, completar un curso vía <i>online</i> de la FAA. • El piloto remoto debe ser mayor de 16 años y poner a disposición de la FAA, las aeronaves UAS y documentos asociados para una inspección como registros y certificados. 	<ul style="list-style-type: none"> • El Piloto debe contar con licencia si va operar aeronaves con pesos mayores a 20 kg y si va a realizar trabajos aéreos en cualquier categoría. • Para tener derecho a una licencia de piloto remoto, una persona debe demostrar conocimientos aeronáuticos mediante una evaluación teórico-práctica certificada ante la CAA. Completar una revisión de vuelo dentro de los 03 meses siguientes al curso. • El piloto remoto debe cumplir con la función de detección y evasión de colisiones. • Un piloto remoto puede simultáneamente asumir la responsabilidad de más de un avión, debe operar bajo un manual de operaciones de la compañía. • El piloto remoto debe cumplir con las reglas de vuelo instrumental o reglas de vuelo visual (VFR o IFR). • Los operadores de UAS debe trabajar dentro del mismo marco reglamentario de los aviones tripulados en todas las clases del espacio aéreo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quien manipule este tipo de aeronaves, deberá contar con un mínimo de 40 horas de vuelo en estos equipos y 200 despegues o lanzamientos y aterrizajes, que podrán ser certificados por centros de instrucción avalados por la Aeronáutica Civil. • Solicitantes cuyos fines sean de explotación comercial, distintos a los recreativos y deportivos, tendrán que tramitar los permisos correspondientes para su operación ante la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea de la Aeronáutica Civil.

Fuente: elaboración propia.

Clasificación de drones

En los Estados de Colombia, Reino Unido y Estados Unidos clasifican los drones teniendo en cuentas su peso de despegue.

- Estados Unidos por medio de la Federal Aviation Administration (FAA), establece que los drones deben tener un peso menor de 25 kg. (FAA, 2016).
- Reino Unido por medio de la Civil Aviation Authority (CAA) clasifica los drones en tres categorías CAA (2015), pequeño con un peso de 0 a 20 kg, Liviano con un peso de 20 a 150 kg y un sistema de drones con un peso mayor a 150 kg.
- Colombia por medio de la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil (UAEAC) los drones tienen dos categorías UAEAC (2015), Pequeño con un peso menor a 25 kg y grande con un peso mayor a 25 kg aunque su operación está prohibida.

Licencias de pilotos

Las licencias de pilotos y los requisitos para obtenerlas varían dependiendo del país. Sin embargo, se basan en los mismos principios en cuanto a la cantidad de horas que debe tener el piloto, pruebas de conocimiento aeronáutico avaladas por cada una de las autoridades aeronáuticas correspondientes.

Un piloto de drones en Colombia debe contar con un mínimo de 40 horas de vuelo y 200 despegues-aterrizajes certificados por un centro de instrucción avalado por la Aeronáutica Civil, si los fines son de explotación comercial, distintos a los recreativos y deportivos, tendrán que tramitar los permisos correspondientes para su operación, como lo menciona UAEAC (2015).

Por otro parte, en el Reino Unido un piloto de drones debe contar con licencia si opera drones con pesos mayores a 20 kg; igualmente si se van a realizar trabajos aéreos en cualquier categoría, los requisitos para tener derecho a una licencia el piloto remoto debe demostrar conocimientos aeronáuticos mediante una evaluación teórica ejecutada por un centro de instrucción, avalado ante la CAA, y una prueba práctica dentro de los 3 meses siguientes al curso (CAA, 2015).

Estados Unidos mediante FAA (2016), reglamentó que un operador de drones debe contar con licencia de piloto aviador o estar bajo la supervisión directa de una persona certificada. Para tener derecho a una licencia de operador, primero debe ser mayor de 16 años y demostrar conocimientos aeronáuticos mediante un examen inicial en un centro de enseñanza aprobado por la FAA. Adicionalmen-

te, completar una revisión de vuelo dentro de los 24 meses siguientes al curso, y por último, completar un curso de formación proporcionada vía *online* por la FAA.

Límites operacionales

Las restricciones que se establecieron en la normatividad de cada país se fundamentan en parámetros de operación como la velocidad, altura, espacio aéreo, sistemas de la aeronave y distancias a zonas catalogadas de alto riesgo.

Colombia de acuerdo a UAEAC, (2015) reguló que los drones deben contar con sistemas de posicionamiento global, placa de identificación, no deben generar exceso de ruido o contaminación, ni tampoco volar sobre áreas congestionadas o grupos de personas, su operación sólo será en condiciones visuales y su radio de operación sólo será a 700 mts. del operador y una altura máxima de 46 ft; está prohibida su operación dentro de un radio de 1 milla de instituciones gubernamentales, sedes de policía, militares y centros carcelarios, no deben transportar ningún objeto u animal.

Estados Unidos mediante FAA (2016) instauró que en todo momento la aeronave debe permanecer máximo a 3 millas del piloto a una distancia que le permita la observación de la misma; no puede actuar como piloto remoto al mando de más de una aeronave, no se permiten los vuelos sobre personas que no participan en la operación; las aeronaves deben tener iluminación apropiada, su velocidad máxima será 87 nudos, altura máxima de 400 pies (AGL); sus operaciones en espacios aéreos controlados se permite con el permiso ATC, las operaciones en el espacio aéreo no controlado están permitidas sin permiso ATC; las aeronaves no deben transportar materiales peligrosos, la operación de carga externa se permite si el objeto que es llevado por la aeronave está unido de forma segura y su peso no supera 55 libras en total; una persona no puede operar una aeronave si tiene cualquier condición física o mental que pueda interferir con la operación segura.

Reino Unido con su agencia CAA reguló que los drones de 20 kg o menos no necesitan certificado de aeronavegabilidad, ni inscripción, pero necesitan permiso de funcionamiento si son utilizados para trabajos aéreos; las aeronaves de pesos superiores a 20 kg necesitan certificado de aeronavegabilidad, y en algunas ocasiones registro y permiso de funcionamiento; los drones de más 150 kg necesitan adicionalmente certificado de aeronavegabilidad y aprobación de EASA; las operaciones de drones son aceptadas normalmente a una distancia máxima de 500 m en horizontal y 400 pies verticalmente desde el control remoto. Asimismo, en zonas congestionadas de más de 1000 personas la altitud mínima es de 150 m; los drones dentro



del espacio aéreo no segregado debe estar equipado con un transponder operativo en el caso de drones de masa de 7 kg o menos, se aconseja permanecer alejado de los aeródromos por al menos una distancia de 5 km CAA (2015).

Análisis de la encuesta sobre el uso, normas y peligros implicados en la operación de drones en Colombia

Ahora bien, como resultado de la encuesta aplicada la edad predominante de los participantes oscila entre los 20 y 40 años de edad, de acuerdo al promedio de edad del personal que integra la FAC. Asimismo, refleja que los pilotos encuestados conocen los drones y los han operado, teniendo en cuenta que la mayoría de ellos lo hace por *hobby*; dentro de este contexto, al momento de operar estas aeronaves los entrevistados en un 53% desconocen totalmente la legislación que regula la operación de drones, un 37% la conoce parcialmente, y tan sólo un 10% de los pilotos la conocen en su totalidad (ver Figura 9).

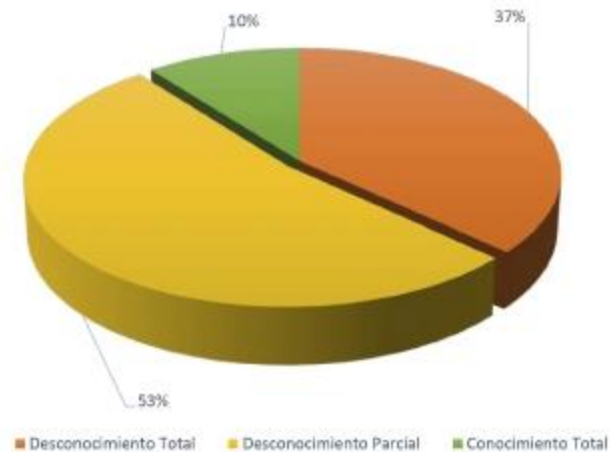


Figura 9. Nivel de conocimiento de legislación pública colombiana.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

De acuerdo con la normatividad instaurada por autoridades aeronáuticas como OACI, EASA, FAA, CAA y UAEAC se formulan cinco conclusiones principales para el presente artículo.

Primero, los drones desde sus inicios han evolucionado rápidamente por su versatilidad, bajos costos de adquisición y mantenimiento, cumpliendo diversas tareas en escenarios complejos para aeronaves tradicionales.

Segundo, los drones han generado un peligro latente para la aviación tal como lo reportan diferentes organiza-

ciones civiles que se preocupan por la interacción de aeronaves tradicionales con drones.

Tercero, OACI autoridad máxima en estándares para la seguridad operacional en la aviación comercial diseñó la circular 328, la cual tiene como objetivo informar la perspectiva respecto a la integración de los drones en el espacio aéreo, llevando como primer paso la elaboración de las diferencias entre aeronaves tripuladas y drones, basadas en la incapacidad de cumplir aspectos del reglamento del aire por parte de estas aeronaves, y el segundo paso, considerando que dichas aeronaves deberán clasificarse por sus características operacionales, su grado de automatización y capacidades de vuelo. Por otra parte, otorga la responsabilidad por la operación de estas aeronaves al piloto remoto, el cual debe tener un conocimiento aeronáutico amplio y profundo sobre el tema de vuelo drones presentando una instrucción de vuelo, nivel pericia óptimo y licencias para la operación de estas aeronaves. Finalmente, determina que los drones pueden iniciar operaciones aéreas en aeropuertos, pero deben cumplir con las normas acústicas de las aeronaves tripuladas.

Cuarta, EASA planteo una normatividad que expone antecedentes y regulaciones para las operaciones de drones, con la premisa de encontrar el equilibrio entre un ambiente de seguridad operacional efectivo y un mercadeo óptimo de esta industria, de tal manera que no se entorpezca ninguna actividad. Clasifica los drones bajo tres categorías de funcionamiento (categoría abierta-riesgo bajo, categoría específica-riesgo medio, y categoría certificada-riesgo alto), teniendo en cuenta los daños a las personas en tierra, colisión con aeronaves y daños a la infraestructura. Además, promueve la creación de zonas de vuelo y zonas de no vuelo por parte de cada autoridad aeronáutica nacional teniendo en cuenta factores clave como el espacio aéreo, diseño de aeronaves, tipo de operación de los drones, la competencia del piloto, y efectos sobre el medio ambiente.

Quinta, las normas vigentes en Colombia, Reino Unido y Estados Unidos se fundamentan en tres aspectos básicos para la operación de drones. El primero de ellos es la clasificación de los drones de acuerdo a su peso, en el cual Colombia y Estados Unidos son los más restrictivos ya que sólo permiten la operación aérea de drones de hasta 25 kg, en cuanto al Reino Unido se exponen diversas categorías de 0 a 20 kg, 20-150 kg y mayores de 150 kg; los cuales para su operación deben tener permisos y certificados especiales.

El segundo aspecto, manifiesta los requerimientos que debe tener un piloto de drones para poder operar con una

licencia certificada, las tres autoridades aeronáuticas concluyen similarmente en las obligaciones que debe presentar el piloto como una experiencia de operación, pruebas de conocimiento aeronáutico avaladas por cada una de las autoridades aeronáuticas correspondientes. Sin embargo, es importante resaltar que la legislación estadounidense es la única que establece un límite de edad mínimo para ser piloto remoto.

El tercero y último aspecto son las limitaciones operacionales que tiene el vuelo con drones, en las cuales se establecen restricciones de la velocidad de operación, alturas, espacios aéreos, sistemas de vigilancia y comunicación de las aeronaves, y finalmente zonas de no operación catalogadas de alto riesgo. Siendo el Estado colombiano el más restrictivo en cuanto a este aspecto. De resaltar, la creación de zonas específicas de operación en Reino Unido y la operación de drones sin autorización en espacios aéreos segregado en Estados Unidos.

Recomendaciones

Para terminar, como recomendaciones y gracias a las diferencias existentes entre las regulaciones aéreas de estos países mencionados anteriormente se puede invitar a la FAC como autoridad aeronáutica de la aviación de Estado, ya que cuenta con un programa de prevención de accidentes de ART; y la Aeronáutica Civil, autoridad aeronáutica de la aviación civil en Colombia, en trabajar en los siguientes lineamientos con el fin de mejorar la gestión de seguridad operacional en las operaciones aéreas con drones.

Primero en el diseño, construcción e implementación de una base de datos, que le permita tener antecedentes de matrículas de las aeronaves, identificaciones personales de los usuarios y zonas comunes de operación de estas aeronaves para poder ejercer un mejor control de las mismas.

Segundo, se debe establecer un curso virtual similar al instaurado por FAA, AMA y AUVTI (2016) "know before you fly" con el cual el usuario obtendrá información y orientación necesaria para volar de forma segura y responsable una vez adquiera un dron.

Tercero, es importante considerar que la clasificación de drones se debe mejorar en Colombia no solamente teniendo en cuenta su peso sino sus diseños, capacidades operacionales y desarrollo de tareas civiles en donde se puede ampliar su altura de operación a 400 ft y una distancia máxima del observador de hasta 01 km dependiendo de las condiciones de visibilidad, viento y condiciones meteorológicas del sector de operación.

Cuarto, las operaciones de drones deben ser autorizados en cualquier espacio aéreo, siempre y cuando la aeronave posea sistemas a bordo de comunicaciones, navegación y vigilancia radar que permita tener un control cerrado por parte de los controladores aéreos.

Quinto, un requisito para obtener la licencia de piloto de drones será ser mayor de 16 años, UAEAC (2006) edad mínima necesaria para obtener una licencia como piloto de planeadores en Colombia. Finalmente, es importante no dejar a un lado la continua promoción y divulgación de la legislación ya establecida mejorando la comunicación entre los usuarios y la autoridad aeronáutica competente.

Referencias

- Abbugao, M. (2016). *Drones becoming 'real' threat to commercial aviation: IATA*. [online] Phys.org. Available at: <http://phys.org/news/2016-02-drones-real-threat-commercial-aviation.html> [Accessed 4 Jun. 2016].
- Altigator, (2016). *Drone, UAV, UAS, RPA or RPAS - Terminology*. [online] Altigator Drone & UAV Technologies. Available at: <http://altigator.com/drone-uav-uas-rpa-or-rpas/> [Accessed 7 Jun. 2016].
- Batistoni, D. (2015). Ready for take off. *Best's Review*, (5), 77. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1711216013?accountid=143348>
- Becerra, V, & Omar, E. (2012) *Elaboración de Instrumentos de Investigación*. Departamento de Investigación del CUAM. Caracas, Venezuela.
- Búscala, (2016). *Las mejores fotos tomadas por drones*. #Tecnología. [image] Retrieved 24 July 2016, from <http://buscala.com/tecnologia/las-mejores-fotos-tomadas-por-drones/>
- CAA, (2015). CAP 722: Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace - *Guidance*. (2015). Publicapps.caa.co.uk. Retrieved 17 August 2016, from <http://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=415>
- Carlson, B. J. (2001). *Past UAV program failures and implications for current UAV programs*. Maxwell Air Force Base AL: Air Command and Staff College. En Air University.
- Cargill, H. R. (2014). Reconnaissance Drones Their First Use in the Cold War. *Air Power*, 21-27.
- Cortés, M. y Iglesias L. (2005). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. Ciudad del Carmen, Camp.: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cook, N y Pedersen, H. (2011). *In Handbook of Aviation Human Factors* (2nd ed., pp. 18-29). Hoboken: Taylor and Francis.



- Díaz, L. A. G. (1995). Evolución de la tecnología militar y "su impacto" en España. *Cuadernos de estrategia*, (75), 83-114.
- Drone, T. (2016). *Tipos y categorías de Drone. Comprar Drones baratos*. Retrieved 23 July 2016, from <http://droneymas.es/tipos-de-drone/>
- EASA, (2015). *Propuesta para establecer reglas comunes para la operación de drones en Europa*. 1st ed. Köln, Germany: EASA.
- EASA. (2015). *Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft*. 1st ed. Köln, Germany: EASA. Retrieved from <https://www.easa.europa.eu/document-library/notices-of-proposed-amendment/npa-2015-10>
- EHredt, D. (2010). *UAS: The Global perspective. 2010-2011*. UAS Yearbook, p.62.
- EL TIEMPO, (2016). *Los drones son un peligro para la aviación civil*. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/drones-son-un-peligro-para-la-aviacion-civil-segun-iaata/16510626>
- FAA. (2016). *Operation and Certification of Small Unmanned Aircraft Systems*. Federal Register. Retrieved 6 October 2016, from <https://www.federalregister.gov/documents/2016/06/28/2016-15079/operation-and-certification-of-small-unmanned-aircraft-systems>
- FAA. (2016). *Summary of small unmanned aircraft rule (part 107)*. Retrieved from http://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf
- FAA, AMA, & AUVSI. (2016). *Know Before You Fly*. [online] Available at: <http://knowbeforeyoufly.org/> [Accessed 13 Oct. 2016].
- FAC. (2015). *Quick Reference Handbook*. (1ed.) Bogotá D.C: Dirección Seguridad Operacional FAC.
- Fink, A. & Kosecoff, J. (2009). *How to conduct surveys* (p. 01).. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. <https://www.amazon.com/How-Conduct-Surveys-Step-Guide/dp/0761914080>
- Gomis, M. & Falck, F. (2016). De ficción a realidad: drones y seguridad ciudadana en América Latina. *Ciencia y PoderAéreo*, 10 (1), 71-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.430>
- Gregory, D. (2011). From a View to a Kill Drones and Late Modern War. *Theory, Culture and Society*, 189-215.
- Hernández Sampieri, R., et al. (2006). *Metodología de la Investigación*. (Cuarta ed.). Iztapalapa, MX: McGraw-Hill.
- Holland, A., & Gettinger, D. (2016). *Analysis of New Drone Incident Reports – Center for the Study of the Drone*. [online] Drone-center.bard.edu. Available at: <http://dronecenter.bard.edu/analysis-3-25-faa-incidents/> [Accessed 13 Oct. 2016].
- IATA, (2015). How regulation must keep up with the pace of drone development | Airlines International. [online] Airlines.iata.org. Available at: <http://airlines.iata.org/analysis/how-regulation-must-keep-up-with-the-pace-of-drone-development> [Accessed 3 Jun. 2016].
- Jaimes P, G. (2011). *Guía metodológica de investigación*. Bogota D.C., Colombia: Instituto Militar Aeronáutico.
- Jaimes J. & Almeida, A. (2011). *Guía metodológica de investigación*. (p. 68). Bogotá: Fuerza Aérea Colombiana, Instituto Militar Aeronáutico.
- Jurado, M. B. (2014). *Los drones, un nuevo socio en el espacio aéreo de Colombia*. Bogota D.C., Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Lafay, M. (2015). *Drones for Dummies*. New Jersey: Jhon Wiley & Sons.
- Lopez, D. N. (2014). Análisis y clasificación de factores humanos en eventos no deseados de seguridad operacional. (EVENTOS) de aeronaves remotamente tripuladas (ART) de la Fuerza Aérea Colombiana en el 2012. 5.
- Mundrone, (2014). *Mundo Drone: Historia de los Drones*. [online] Mundrone.blogspot.com.co. Available at: <http://mundrone.blogspot.com.co/p/historia-de-los-drones.html> [Accessed 5 jun. 2016].
- NASA, (2014). *NASA Armstrong Fact Sheet: Unmanned Aircraft Systems Integration in th*. [image] [online] NASA. Available at: <http://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-075-DFRC.html> [Accessed 4 Jun. 2016].
- NATO, (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems* (1st ed., p. 6). Römerstraße 140 47546 Kalkar (Germany). Retrieved from http://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS_CONEMP.pdf [Accessed 8 Jun. 2016].
- OACI, (2001). *Telecomunicaciones aeronáuticas*. (6th ed.) Montréal, Quebec, Canada. Retrieved from https://apcae.files.wordpress.com/2009/05/an10_v2_cons_es.pdf [Accessed 9 ago. 2016].
- OACI, (2001). *Servicios de tránsito aéreo*. (13th ed.). Montréal, Quebec, Canada. Retrieved from http://apw.cancilleria.gov.co/tratados/AdjuntosTratados/b7761_oaci_m-convaviacioncivilinternalAnexoXI1944-texto.pdf [Accessed 9 Ago. 2016].
- OACI, (2005). *Reglamento del aire*. (10th ed.). Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7. Retrieved from https://apcae.files.wordpress.com/2009/05/an02_cons_es.pdf [Accessed 9 ago. 2016].
- OACI, (2006). *Licencias al personal*. (10th ed.). Montréal, Quebec, Canada. Retrieved from <http://www.udi.edu.co/images/biblioteca/aeronautica/anexo1.pdf> [Accessed 9 ago. 2016].
- OACI, (2008). *Protección del medio ambiente*. (3rd ed.). Montréal, Quebec, Canada. Retrieved from <http://www.udi.edu.co/images/biblioteca/aeronautica/anexo16-2.pdf> [Accessed 4 ago. 2016].
- OACI., (2009). *Manejo de amenazas y errores en el control de tránsito aéreo*. 1st ed., pp. 1-6. Montreal. Retrieved from <http://www.udi.edu.co/images/biblioteca/aeronautica/anexo16-2.pdf>

- es.slideshare.net/lockheed21/cir-314manejodeamenazasyerorestemas. [Accessed 4 Ago. 2016].
- OACI, (2011). *CIR 328 Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)*. Quebec, Canada: Organización de Aviación Civil Internacional. [Accessed 4 Ago. 2016].
- OACI. (2013). *Gestión de la Seguridad Operacional*. Anexo 19. (3 ed.). 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7: Organización de Aviación Civil Internacional.
- OACI, (2014). *Plan global para la seguridad operacional de la aviación 2014-2016*. Montréal, Quebec, Canada: Organización de Aviación Civil Internacional.
- Ontiveros, J. (2011). Controlador aéreo. Aviones no tripulados y control del tráfico aéreo. En *Revista AD 'Aviación Digital'*.
- Oñate, J. (2015). *Novedades regulatorias en Europa La A-NPA 2015-10 de EASA. Presentación, AERPAS*. [online] Asociación Española de RPAS - AERPAS. Available at: <http://www.aerpas.es/documentacion/presentaciones-aerpas/> [Accessed 10 Ago. 2016].
- Pino, F. (2016). *Los 10 avances científicos más importantes del siglo XX*. [Blog] Batanga. Available at: <http://www.batanga.com/curiosidades/3804/los-10-avances-cientificos-mas-importantes-del-siglo-xx> [Accessed 23 Jul. 2016].
- RT, (2012). *Drone, historia de un arma de altos vuelos - RT*. [online] RT en Español. Available at: <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/80396-vehiculos-aereos-tripulados-hitos-historicos> [Accessed 8 Jun. 2016].
- Sánchez, R. (2011). *Sistemas aéreos no tripulados y espacio aéreo en europa. una combinación estratégica. iieee.es*. Retrieved 23 junio 2016, from http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2011/DIEEEM14-2011_UAVyEA_Europa.CombinacionEstrategia_RESanchezGomez.pdf
- Semana, (2015). La revolución de los drones a la vuelta de la esquina. [online] *Semana.com*. Available at: <http://www.semana.com/tecnologia/articulo/la-revolucion-de-los-drones-la-vuelta-de-la-esquina/414142-3> [Accessed 9 Jun. 2016].
- Skybrary, (2016). (UAS) - Skybrary Aviation Safety. *Skybrary.aero*. Retrieved from: [http://www.skybrary.aero/index.php/Unmanned_Aerial_Systems_\(UAS\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Unmanned_Aerial_Systems_(UAS))
- Staff, R. (2016). Drone Registration Database Released by FAA - Robotics Trends. *Robotictrends.com*. Retrieved 24 July 2016, from http://www.robotictrends.com/article/drone_registration_database_released_by_faa
- Stoker, J. & Simpson, A. (2005). *Safety Assurance Report on Draft EUROCONTROL Specifications for Military UAV as OAT Outside Segregated Airspace* (1st ed.). EUROCONTROL Ebeni. Retrieved from <http://www.uavs.org/ebeni>
- Thomas, C. (2015). Send in the Drones. *Public Management*, 16-19.
- UAEAC, (2015). *Circular N°002, los requisitos de Aeronavegabilidad y Modos de Operación de RPAS*. Bogotá D.C, Colombia: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil Oficina de Transporte Aéreo - Grupo de Normas Aeronáuticas.
- UAEAC, (2006). *RAC 2 Personal Aeronáutico*. [online] Available at: <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%202%20-%20Personal%20%20Aeron%C3%A1utico.pdf> [Accessed 22 Oct. 2016].
- UAEAC, (2005). *Enr.1.4. Clases de Espacio Aéreo - ATS* 1st ed. Bogotá: AIP COLOMBIA, p.www.aerocivil.gov.co.
- Vicario, M. (2015). Drones: un fenómeno que requiere un marco legal en toda América Latina. *TyN Magazine*, from www.tynmagazine.com/drone-un-fenomeno-que-requiere-un-marco-legal-en-toda-américa-latina/
- Warren, S. (September 01, 2014). Drones TakeOff *Science World*, 71, 14-17,T12. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1555361335?accountid=143348>
- Webinfomil, (2013). *Fuerza Aérea Colombiana recibe los aviones remotamente tripulados hermes 900*. [image] [Accessed 13 Oct. 2016]. <http://www.webinfomil.com/2014/11/fuerza-aerea-colombiana-hermes-900-uav.html>
- Webinfomil, (2014). *Colombia reúne a los países más desarrollados en Aeronaves Remotamente Tripuladas* [image] Webinfomil. com. Retrieved 26 July 2016, from <http://www.webinfomil.com/2014/10/colombia-unvex-2014-drones-uav.html>

