



República Bolivariana de Venezuela
Ministerio Público
Escuela Nacional de Fiscales del Ministerio público
I Diplomado en materia de Defensa Integral del Ambiente y Delitos Ambientales



**SISTEMAS DE AERONAVES PILOTADAS A DISTANCIA PARA
DETERMINAR ILÍCITOS AMBIENTALES**

Elaborado por:

MSc. Luis Eduardo Moncada Arias**

Ing. José Vicente García Pineda**

Abog. Hilda Yumar Suarez Herrera*

*Fiscalía 90° Nacional de Defensa Ambiental del Ministerio Público.

**Coordinación Técnico Científica Ambiental del Ministerio Público.

Caracas, julio de 2017

RESUMEN

Mediante el uso de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) “*Remotely Piloted Aircraft Systems*” o vehículos aéreos no tripulados UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), se puede proporcionar mecanismos para comprobar la ejecución de actividades capaces de degradar el ambiente configurando en la plataforma de estos dispositivos diferentes sensores que permiten la evaluación rápida de los recursos ambientales perturbados, estableciendo acciones y estrategias tendientes a prevenir, interrumpir, mitigar y reparar los daños ocasionados por actividades antrópicas. En este sentido, el presente artículo expone perspectivas, ventajas y desventajas del uso de dichos sistemas. En la actualidad los drones presentan variadas aplicaciones. Entre ellas se destacan las mediciones de elementos contaminantes en la atmósfera, monitorización de bosques, incendios forestales, caracterización de vegetación, derrames de hidrocarburos, minería, agricultura, turismo, ordenación del territorio, vigilancia de costas y cualquier zona de riesgo que pueda sufrir desastres naturales. Todas estas aplicaciones convierten esta tecnología en una herramienta innovadora para la gestión de Guardería Ambiental. En este orden de ideas se plantea su utilización en las inspecciones de interés criminalístico que coadyuven en la realización de experticias y/o peritajes, asociadas a una investigación penal por la presunción de un hecho punible contra el ambiente.

Palabras Claves: Dron, UAV, Guardería Ambiental, Delitos Ambientales, Actividades Antrópicas.

INTRODUCCIÓN

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela establece que el Estado tiene la obligación de proteger el ambiente, la diversidad biológica y todos los componentes que se puedan derivar de éste. Es por ello que el Ministerio Público como organismo encargado de ejercer la acción penal en nombre del Estado, cuenta con Fiscales en Defensa Ambiental, para ejercer la acción penal y civil derivada de la comisión de un hecho punible en esta materia.

Hoy en día, el uso y el aprovechamiento excesivo de los recursos naturales y la contaminación ambiental por parte del ser humano, ha generado preocupación no solo a escala local, regional y nacional sino también a escala global. La fragmentación de los ecosistemas por actividades antrópicas asociadas a la alta demanda de bienes y servicios provenientes del medio natural, los desequilibrios territoriales y el uso tecnologías poco limpias, son algunos de los tantos problemas que se le atribuyen a la crisis ambiental actual. Este conjunto de factores que participan en esta compleja situación, requieren planteamientos de análisis interdisciplinarios, nuevas interpretaciones y el uso de nuevas tecnologías. El presente artículo expone la aplicación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) o vehículos aéreos no tripulados UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), conocidas en el mundo como DRONES, aplicados a zonas remotas o de difícil acceso, como medio para coleccionar información ambiental de interés sobre flora, fauna, suelo, aire ambiental, hidrografía, e intervenciones de carácter antrópico, para la investigación de delitos ambientales.

En este orden de ideas, se pretende ilustrar la versatilidad de esta herramienta, a la cual se le puede incorporar una amplia gama de sensores en su plataforma, haciéndola útil para la obtención de grabaciones de vídeo,

captura de fotografías, captación de coordenadas, entre otras, dando como uno de los resultados la generación de un mosaico cartográfico que permite determinar la ubicación exacta de los elementos perturbadores de las zonas observadas y sus relaciones dimensionales. Finalmente se discuten algunas ventajas y desventajas del uso de esta tecnología como un sensor remoto alternativo para la actividad de Guardería Ambiental.

CONCEPTO DE DRON

Es un artefacto que se desplaza por el aire y no requiere tripulación, en otras palabras son aeronaves pilotadas por control remoto, también se les conoce por sus siglas en inglés RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) o UAV (*Unmanned Air Vehicle*). La definición jurídica en Venezuela está contenida en la Resolución Ministerial N° 014412 de fecha 30 de mayo de 2016, emanada del Ministerio del Poder Popular para la Defensa, publicada en Gaceta Oficial N° 40.978, de fecha 31 de agosto de 2016, la cual establece: "AERONAVES NO TRIPULADAS (ANT): Son aeronaves que vuelan sin tripulación humana a bordo. Los hay de uso civil y de uso militar, estos últimos son denominados vehículos aéreos de combate no tripulados. AERONAVES PILOTADAS A DISTANCIA (RPA): Son todas aquellas aeronaves que no llevan pilotos a bordo".

Otra definición jurídica la encontramos en el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa de España, publicada en el Real Decreto 1489/1994, de fecha 1 de julio 1994, que dice así:

Vehículo aéreo no tripulado: Vehículo aéreo propulsado que no lleva personal como operador a bordo. Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) incluyen solo aquellos vehículos controlables en los tres ejes. Además, un UAV:

- a) Es capaz de mantenerse en vuelo por medios aerodinámicos.
- b) Es pilotado de forma remota o incluye un programa de vuelo automático.
- c) Es reutilizable.
- d) No está clasificado como un arma guiada o un dispositivo similar de un solo uso diseñado para el lanzamiento de armas.

Otras definiciones de drones establecen que este dispositivo es casi todo lo que esté en el aire sin un piloto, un globo con un termómetro, un multicopter con una cámara GoPro o un avión militar portador de misiles. Son “vehículos” que pueden adoptar diferentes formas, y que dependiendo del modelo, pueden ser dirigidos por control remoto o incluso volar de forma autónoma a través del GPS (Pike, 2013); los vehículos aéreos no tripulados, mejor conocidos por su acrónimo proveniente del inglés UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*), son vehículos, ya sean aviones, helicópteros o algún derivado de estos (Acevo, 2011), igualmente, se define como un sistema de aviones no tripulado que comprende una serie de subsistemas que incluyen la aeronave (a menudo denominada UAV o vehículo aéreo no tripulado), sus cargas útiles, la (s) estación (es) de control (y, a menudo, otras estaciones remotas) sistemas de apoyo, subsistemas de comunicaciones y subsistemas de transporte. También debe considerarse como parte de un entorno de transporte aéreo la aviación local o global con sus normas, reglamentos y disciplinas. Los sistemas de aeronave sin tripulación UAS (*Unmanned Aircraft Systems*) suelen tener los mismos elementos que los sistemas basados en aviones tripulados, pero con el elemento aerotransportado, es decir, el avión diseñado desde su concepción para ser operado sin una tripulación a bordo (Austin, 2010).

CARACTERÍSTICAS DE LOS DRONES

En la actualidad existen una gran variedad de características, formas y tamaños de estos aparatos tecnológicos en función del uso al que estén destinados, así como sus materiales de construcción, para el caso de los drones civiles, la mayoría no presentan grandes dimensiones ya que son muy ligeros, desmontables y se pueden llegar a transportar en una maleta.

Estos vehículos aéreos cuentan con un componente de conducción mediante radiocontrol, pero no se limitan solo a las instrucciones que

reciben, pueden ejecutar actividades o tareas de forma autónoma, gracias a los sensores de nivel, altura, giroscopio y al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que se le incorpora a su plataforma en función a los trabajos requeridos. Estos componentes le permiten a drones, tomar decisiones sin la intervención de un ser humano, convirtiéndolos en aparatos con cierto nivel de autonomía.

Generalmente son fabricados con material polipropileno expandido y fibra de carbono, los cuales son materiales livianos y poseen gran resistencia. Tal es el caso de los drones tipo ala delta, que posee un alcance superior a los tres (3) kilómetros de radio y con una autonomía que puede llegar e incluso superar los cuarenta y cinco (45) minutos de vuelo¹.

CLASIFICACIÓN DE LOS DRONES

En la actualidad existen diferentes clasificaciones de UAVs a nivel mundial, siendo una de ellas la establecida por Austin (2010), que los divide en tres (3) grandes grupos basándose en su principio de funcionamiento:

- Despegue y aterrizaje horizontal (UAV de ala fija).
- Despegue y Aterrizaje vertical (UAV de ala rotatoria).
- Híbridos que intentan combinar los atributos de ambos tipos.

UAV DE ALA FIJA

También llamados UAV de despegue y aterrizaje horizontal (*horizontal take-off and landing*, HTOL), se refiere a aeroplanos (con alas) que requieren de una pista para despegar y aterrizar, o un lanzamiento de catapulta, estos generalmente tienen una gran autonomía y pueden volar a altas velocidades. Se reducen fundamentalmente a tres tipos, determinados por medio del balance levantamiento/masa y por su estabilidad y control. Estos son: los “*Tailplane aft*” (estabilizador atrás o en popa), los “*Tailplane forward*” (estabilizador adelante) y “*Tailless*” (sin cola) (Austin, 2010) (Figura 1).

¹ <http://www.demaquinasyherramientas.com/novedades/drones-introduccion>

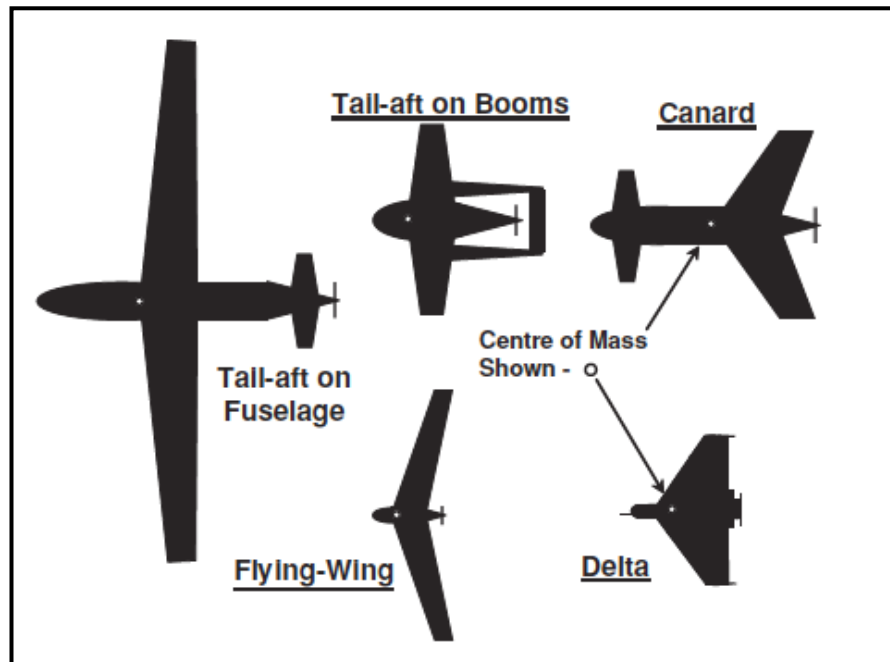


Figura 1. Tipos de aeronaves de ala fija.

Fuente: Austin, R. (2010). Unmanned Air Systems UAV Design, Development and Deployment. John Wiley & Sons Ltd.

La configuración *Tailplane aft* es la más común. Las superficies de control se tienen en la parte posterior de la aeronave, detrás del ala principal, lo cual lo hace más sensible a los cambios de cabeceo, mientras que los *Tailplane forward*, es la configuración canard, que posee el elevador montado delante del ala, lo cual mejora su estabilidad horizontal pero dificulta cambiar su dirección, finalmente en los modelos *Tailless* se retira el estabilizador horizontal, lo que ayuda a no generar arrastre debido a dicho elemento (Austin, 2010).

UAV DE ALA GIRATORIA

También llamados UAV de despegue y aterrizaje vertical (*Vertical take-off and landing*, VTOL), los cuales poseen ventajas en su capacidad de permanecer en el aire y tener alta manejabilidad. Cambian su nombre

dependiendo de la configuración de sus rotores, pueden ser de un solo rotor, rotor coaxial, rotor en tándem o multi-rotor (Austin, 2010) (Figura 2).

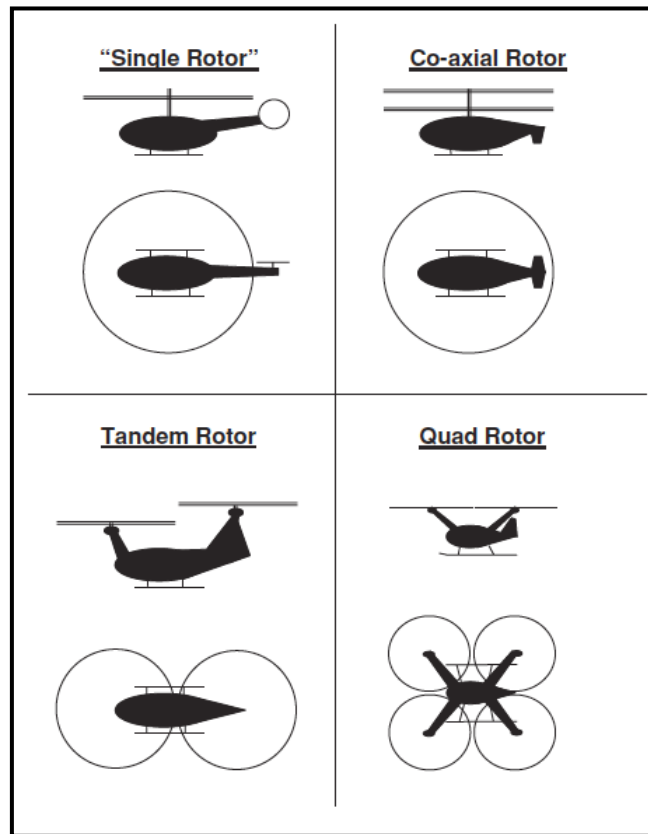


Figura 2. Tipos de aeronaves de ala giratoria.

Fuente: Austin, R. (2010). *Unmanned Air Systems UAV Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons Ltd.

La configuración de un solo rotor es básicamente un helicóptero, es extremadamente asimétrico en todos los planos por lo que resulta difícil de controlar, igual que el modelo tándem, a diferencia que éste utiliza dos rotores más pequeños en lugar de uno más grande para generar el levantamiento lo que en términos de consumo de energía es más eficiente, por otro lado, la configuración de rotores coaxiales posee, como su nombre lo dice, dos rotores en el mismo eje, es simétrico y esto reduce la complejidad de su control, por último las naves con multi-rotores son de diversos tipos, en función del número de rotores independientes que poseen. Actualmente existe una gran variedad, entre los que destacan cuadricópteros

y hexacópteros, cuatro (4) y seis (6) rotores respectivamente, en el mercado se puede encontrar una gran variedad de modelos (Austin, 2010).

HÍBRIDOS

Los intentos por obtener un avión que combina la capacidad de ambos prototipos HTOL y VTOL han sido hecho por muchos año para aviones con tripulación, para lograr adaptar esto a los dispositivos UAV. La configuración de estos varía en función de la movilidad de las alas (*Tilt Wing*), los rotores (*Tilt Rotor*) o de la unidad de propulsión (*Tilt Wild-Body*, *Ducted Fan* y *Jet-life*) (Austin, 2010) (Figura 3).

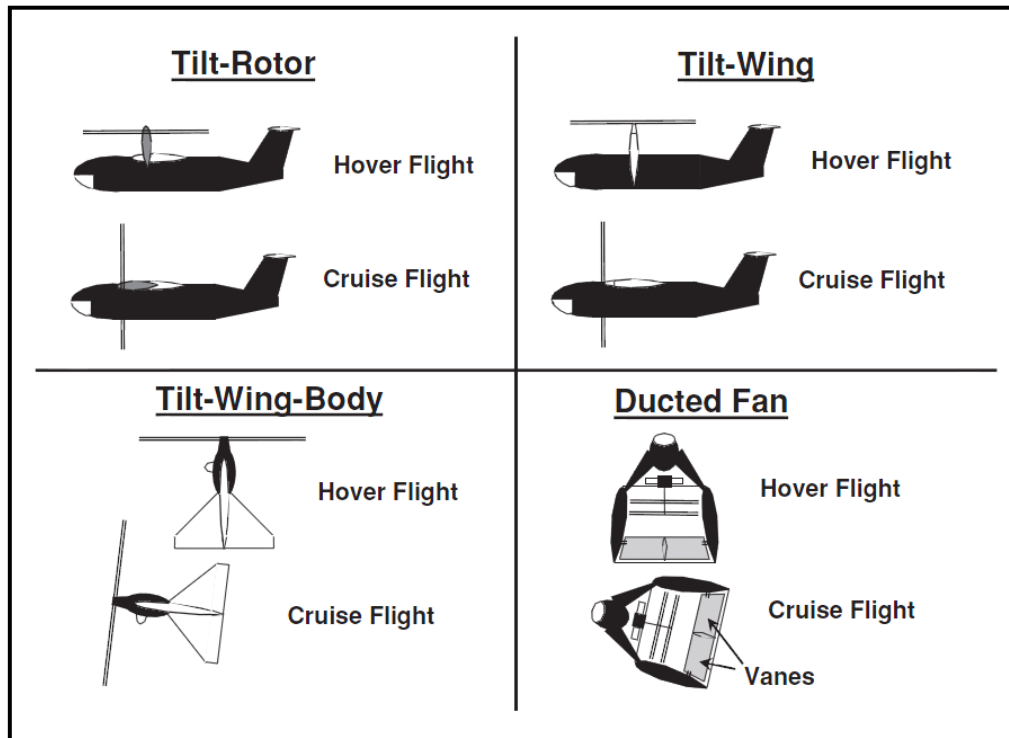


Figura 3. Tipos de aeronaves híbridas.

Fuente: Austin, R. (2010). *Unmanned Air Systems UAV Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons Ltd.

Los aviones convertibles de rotor (*Tilt Rotor*) son los más exitosos hasta la fecha, ha sido montar un rotor en cada punta del ala principal de un avión HTOL. Los que poseen el sistema de ventilador con conducto (*Tilt Wild-Body*,

Ducted Fan), como su nombre lo indica, encierra su "empujador" dentro de un conducto, el propulsor tendrá un diámetro limitado y tendrá una alta solidez, es decir, la relación del área de la cuchilla a disco. Los tipos *Jet-lift* son otra variante de aeronave híbrida, la cual está suspendida en vuelo flotando sobre uno o más chorros de aire de alta velocidad (Austin, 2010).

Otras clasificaciones de UAV se pueden hacer tomando en cuenta su peso, altura de operación, duración de vuelo, entre otros, de igual forma no existe una clasificación única, a continuación se muestra una tabla en la cual se realiza una clasificación de UAV (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los diferentes UAV

Categoría	Peso del UAV	Altitud normal de operación (sobre el nivel del suelo)	Radio de la misión (línea de visión)	Autonomía de vuelo	Altitud
Micro	<2 kg	60 m	5 km	Pocas horas	Muy poca altitud
Mini	2-20 kg	900 m	25 km	Hasta 2 días	Poca altitud
Pequeño	20-50 kg	1.5 km	50 km	Hasta 2 días	Poca altitud
Táctico	150-600 kg	3 km	200 km	Hasta 2 días	Poca altitud
MALE	>600 kg	13.5 km	200 km	Días/semanas	Altitud media
HALE	>600kg	20 km	Ilimitada	Días/semanas	Gran altitud
Combate	>600 kg	20 km	Ilimitada	Días/semanas	Gran altitud

Fuente: Suraj, G., & Mangesh, G. (2013). Review of Unmanned Aircraft System (UAS). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 1646-1658.

APLICACIONES DE LOS DRONES EN EL USO CIVIL

Según Sánchez et. al. (2011) citado por Leos (2014), define algunas aplicaciones para los drones enmarcadas en las siguientes actividades:

Supervisión: La gran capacidad de maniobra que presentan la mayor parte de los UAV los hace especialmente útiles para las labores de supervisión de edificios y obras civiles. Estos vehículos son dotados de cámaras de vídeo que permiten ahorrar tiempo y dinero en el montaje de cualquier otro tipo de estructura que sirviese de plataforma para la

observación y la vigilancia. El control del tráfico aéreo y terrestre se realiza en ocasiones con UAV.

Fotografía Aérea: Cuando el objetivo es obtener información del terreno a través de fotografía aérea, o grabación de vídeo de alta resolución, el empleo de UAV supone una solución barata y cada vez más empleada.

Vigilancia: Es llevada a cabo por la policía u otros grupos privados de seguridad en zonas concretas. El 10 % de los cultivos de EEUU están siendo monitorizados por los UAV en terrenos de gran extensión, se emplean para vigilancia de zonas costeras.

Reconocimiento de Accidentes y desastres: Los UAV pueden ser utilizados para el reconociendo de zonas que han sufrido explosiones nucleares, derrumbes o otro tipo de desastre natural. también para la valoración aérea de accidentes en carretera.

Agricultura: En ocasiones se equipan los UAV con pesticidas y fertilizantes que son pulverizados durante el vuelo.

De igual forma existe una gran variedad de aplicaciones en el uso de los drones en el área ambiental, como es el sistema desarrollado en el proyecto “COMETS: *Real-time coordination and control of multiple heterogeneous unmanned aerial vehicles*” del programa IST de la Comisión Europea y su aplicación a la detección y monitorización de incendios forestales. Este sistema hace posible la coordinación de múltiples UAVs, permitiendo integrar vehículos de diversas características y explotar sus complementariedades (Ollero et. al., 2007), así mismo Sanit et. al. (2014), generaron y validaron información espacial para Ortofotos a escalas grandes, enlazadas al marco de referencia SIRGAS-ECUADOR, época de referencia 2014,00, donde se utilizó un UAV (Vehículo Aéreo No Tripulado) de la empresa Instrumental y Óptica, de marca TRIMBLE modelo UX5 con el que se sobrevoló la zona de estudio; para el control posicional se definió como base la estación GNSS-MET EPEC. Los resultados preliminares fueron una ortofotografía capaz de generar cartografía 1:500 y un MDS (Modelo digital de Superficie). Adicionalmente, los drones podrían cubrir ambientes de alta toxicidad, como el accidente nuclear de Chernóbil sucedido en 1986, donde el acceso

humano no era posible y se perdieron vidas humanas por todos los tóxicos que se liberaron, además se requieran tomar datos de la superficie afectada y control del entorno (Campuzano, 2014).

En este mismo orden de ideas, Ramírez et. al. (2015), describieron en su artículo el método usado para "la obtención de un mosaico compuesto de 48 fotografías aéreas, georreferenciadas usando Datum WGS1984 y proyección Nad 1927 del paisaje sumergido de la bahía de Estacahuite, Oaxaca", así como una descripción de la cobertura del mismo, mediante el uso de una cámara deportiva montada en un UAV de bajo costo y técnicas de fotogrametría y de percepción remota. De igual forma se incluyen los estudios que tienen como objetivo la evaluación de la práctica actual de la cartografía topográfica basada en UAVs, revisando los aspectos prácticos en la configuración de sensores, georreferenciación y generación de nube de puntos, así como comparaciones entre tipos de sensores y herramientas de procesamiento, un ejemplo es el análisis obtenido mediante la evaluación estadística y datos adquiridos por un octocopter de Bergen con tres diferentes configuraciones de sensores de imagen, HERO3 + Black Edition, Nikon D800 DSLR y Velodyne HDL-32 (Toth, 2015).

Otro ejemplo de aplicabilidad es el proyecto realizado por la empresa Aeromon en Finlandia, donde usando drones equipados con distintos sensores, ha detectado hasta setenta (70) tipos diferentes de gases emitidos a la atmósfera midiendo así la polución existente².

En Latinoamérica, se ha ido incrementando el uso popular de este tipo de tecnología, y se ha ido progresando en su utilización como mecanismo de

²<http://www.hispaviacion.es/una-startup-finlandesa-utiliza-drones-detectar-emisiones-gaseosas-la-atmosfera/>
consultada en junio de 2017.

vigilancia masiva, en México y Brasil los drones son utilizados para vigilar fronteras, en Colombia, se han adquirido los drones para vigilancia, utilizándolos en las temporadas vacacionales, con la finalidad de efectuar acciones de observación en las principales arterias viales de la nación. (Gema et. at. 2013, p. 15-70).

A pesar de que hoy en día se ha desarrollado una amplia gama de sensores que permiten diferentes aplicaciones con drones en muchos campos del ámbito civil, en Venezuela esta técnica es poco empleada en las actividades de Guardería Ambiental; actualmente, uno de los entes gubernamentales que emplea esta herramienta es la empresa Petróleos de Venezuela, S.A (PDVSA), tal es el caso en la cual dicha empresa en coordinación con la Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares (CAVIM), realizó pruebas de campo en el Lago de Maracaibo, estado Zulia, donde utilizaron vehículos aéreos no tripulados (drones) para labores de vigilancia, control y detección de derrames (Figura 4).



Figura 4. Dron RPAS propiedad de la Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares (CAVIM). Fuente: Propia.

El estudio permitió realizar ajustes al sistema a corto plazo, e igualmente, realizó una vinculación directa entre la foto y un sistema GPS, para generar

información georeferenciada que permitió armar un mosaico fotográfico a fin de obtener una visión global de la zona, detalló Hugbell Reyes, uno de los investigadores de PDVSA que participó en el estudio. Con la implantación de los drones como sistema de vigilancia y control se aumentaría la eficacia en el monitoreo ambiental, así como la reducción considerable de los costos y riesgos operacionales. Esta tecnología, en el ámbito petrolero, también podría servir para contribuir con la seguridad de las instalaciones, el monitoreo de oleoductos para detectar derrames de hidrocarburos, en la vigilancia ambiental para la preservación de ecosistemas, entre otras aplicaciones³. Es importante señalar que la Gerencia de Ambiente de la Dirección Ejecutiva de Producción Occidente de PDVSA, cuenta con un dron de ala giratoria empleado para realizar dichos recorridos y obtener información para una respuesta más eficiente en los planes de contingencia (Figura 5).



Figura 5. Dron Quad Rotor de la Gerencia de Ambiente de la Dirección Ejecutiva de Producción Occidente de PDVSA. Fuente: Propia.

³ <http://www.noticierodigital.com/2013/10/la-voz-pdvsa-utilizara-drones-en-operaciones-de-vigilancia-y-control/> consultada en junio 2017.

Otra iniciativa, fue la realizada por el Ministerio del Poder Popular para Relaciones Interiores, Justicia y Paz (MPPRIJ), a través Centro de Coordinaciones VEN 911, el cual utiliza un sistema de aeronaves pilotadas a distancia (drones), para el monitoreo permanente de todas las actividades inherentes a la seguridad ciudadana, a fin de garantizar el orden interno y la paz social del país.⁴

Es importante destacar que el uso de drones puede ayudar a preservar la biodiversidad, mediante la localización de especies amenazadas, fauna o flora, identificando sus lugares de reproducción y facilitando información ambiental de las diferentes características de los ecosistemas. Es pertinente destacar, que ha sido reportado ampliamente en la bibliografía que la vinculación de los drones con sensores específicos, permiten medir la contaminación del aire, monitorizar bosques, incendios forestales, áreas deforestadas, derrames de hidrocarburos, así como vigilar costas y cualquier zona de riesgo que pueda sufrir desastres naturales o provocados por actividades antrópicas.

Es transcendental la aplicación de las aeronaves piloteadas a distancia (drones) para las actividades de Guardería Ambiental en Venezuela, ya que sus bondades permiten realizar vigilancia y control con mayor eficiencia, aunado a esto, se destaca que nuestro territorio nacional es considerado como uno de los países megadiversos del mundo, el cual posee espacios protegidos identificados como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), donde existen doce (12) categorías de connotación ambiental, clasificadas de la siguiente manera: Área Boscosa Bajo Protección (ABBP), Área Crítica con Prioridad de Tratamiento (ACPT), Área de Protección y Recuperación Ambiental (APRA), Monumentos Naturales

4 <http://www.mpprijp.gob.ve/index.php/2016/08/29/desplegadas-11-unidades-del-ven-911-y-30-aeronaves-pilotadas-a-distancia-en-la-gran-caracas/> consultada en junio 2017.

(MN), Parques Nacionales (PN), Reservas de Biosfera (RB), Reserva de Fauna Silvestre (REFA), Reservas Forestales (RFR), Refugio de Fauna Silvestre (RFS), Reserva Nacional Hidráulica (RNH), Santuario de Fauna Silvestre (SFS), y Zonas Protectoras (ZP) (Tabla 2)

Tabla 2. ABRAE de connotación ambiental.

Categoría	Cantidad	Ubicación (Estado)	Administrador
Área Boscosa Bajo Protección (ABBP)	43	Anzoátegui, Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Falcón, Guárico, Monagas, Lara, Portuguesa, Táchira y Zulia	MINEA
Área Crítica con Prioridad de Tratamiento (ACPT)	07	Anzoátegui, Aragua, Carabobo, Distrito Capital, Guárico, Mérida, Miranda, Monagas, Táchira y Zulia.	MINEA
Área de Protección y Recuperación Ambiental (APRA)	06	Aragua, Carabobo, Distrito Capital, Sucre y Vargas.	MINEA
Monumentos Naturales (MN)	36	Amazonas, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Falcón, Guárico, Lara, Miranda, Mérida, Monagas, Nueva Esparta, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Vargas.	INPARQUES
Parques Nacionales (PN)	44	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Capital, Falcón, Guárico, Lara, Miranda, Mérida, Monagas, Nueva Esparta, Portuguesa, Sucre, Táchira, Territorio Insular, Trujillo, Yaracuy, Vargas y Zulia.	INPARQUES
Reservas de Biosfera (RB)	02	Amazonas y Delta Amacuro.	MINEA
Reserva de Fauna Silvestre (REFA)	07	Barinas, Delta Amacuro, Falcón, Guárico, Monagas y Zulia.	MINEA
Reservas Forestales (RFR)	15	Amazonas, Apure, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Falcón, Monagas, Nueva Esparta, Portuguesa, Sucre y Yaracuy.	MINEA
Refugio de Fauna Silvestre (RFS)	07	Apure, Bolívar, Dependencia Federales, Falcón, Portuguesa y Zulia.	MINEA
Reserva Nacional Hidráulica (RNH)	14	Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Falcón, Lara, Mérida, Monagas, Portuguesa, Sucre, Táchira y Zulia.	MINEA
Santuario de Fauna Silvestre (SFS)	01	Falcón	MINEA

Zonas Protectoras (ZP)	64	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Capital, Falcón, Guárico, Lara, Miranda, Mérida, Monagas, Nueva Esparta, Portuguesa, Sucre, Táchira, Trujillo, Yaracuy, Vargas y Zulia.	MINEA
------------------------	----	---	-------

Fuente: base cartográfica del Sistema de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio (SIGOT) del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

MARCO LEGAL EN LA UTILIZACIÓN DE DRONES

Efectivamente, el sistema jurídico del uso de los drones, en la actualidad se esboza como un gran reto, y ello vislumbrándolo desde distintas aristas, no sólo en la propia reglamentación de su uso en el campo de la aeronáutica y la navegación, si no que más allá en el conocimiento del pilotaje, el otorgamiento de licencias, la seguridad con la cual se maneja este tipo de aparatos y la afectación a los derechos fundamentales de la sociedad, tales como la protección a la intimidad y a la información, aparte de los compromisos por los prejuicios que se pueda ocasionar su tributo, es así que, este tipo de materia debe generar un llamado de atención multidisciplinaria para canalizar su adecuada utilización sin menoscabo de los derechos de los ciudadanos. (Sanz y Torres, 2014, p. 58).

La legislación de drones en el mundo, está dada por las consideraciones que cada Estado pretenda darle al uso de los mismos, es así que, las autoridades establecen una regulación distinta, según lo que prevean de su funcionamiento en el ámbito de su territorio, en algunos casos se presenta una legislación más restrictiva, e inclusive existen países o zonas donde su prohibición es de manera tajante, en otros simplemente se aplica una multa.

Por su parte, la Comisión Europea se encuentra recopilando datos y propuestas de los Estados miembros con la finalidad de generar un marco jurídico para los drones, que sea ejecutado de manera integral entre sus

países miembros, en función de armonizar las reglas básicas en torno a esta materia. (Alvear, 2015:125).

En España, la primera reglamentación respecto a ello, se generó en el año 2014, en función del uso de estas aeronaves, cuando el gobierno razonó que era meritorio definir un marco jurídico para el desarrollo de este nuevo sector tecnológico, por lo cual, el Real Decreto-ley 8/2014 (ES/PDF), del 04/07/2014, instituye las condiciones de explotación de este tipo de aeronave; y cuya utilización se encuentre destinada a la ejecución de trabajos técnicos y/o científicos. En este caso la legislación española señala:

Actualmente tan solo se pueden utilizar para trabajos cuya finalidad sea la investigación y el desarrollo; para tratamientos aéreos o fitosanitarios en los que sea necesario esparcir sustancias, incluyendo aquí las empleadas en la extinción de incendios; para levantamientos aéreos; para actividades destinadas a la observación y vigilancia tales como la supervisión de incendios forestales; para trabajos de publicidad, TV y radio o para actuaciones de emergencia o salvamento como las llevadas a cabo este año pasado en Nepal (ES).(Consultado Junio 2017: URL<https://www.drones-y-legislacion-española/>).

En Chile, la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) presentó la reglamentación dirigida a la utilización de drones en espacios públicos, la primera regulación de este tipo que se concreta en Latinoamérica, la reglamentación DAN N° 151, especifica las zonas en los que se puede volar drones y prohíbe que se acerquen a menos de dos (2) Kilómetros de aeropuertos o aeródromos, o que sobrevuelen zonas prohibidas por razones de seguridad.

En Argentina sus fuerzas armadas se encuentran desplegando sus propias tecnologías en función de ampliar la vigilancia aérea a través del uso de drones que contengan cámaras para la captura y transmisión en tiempo

real de imágenes en alta definición y que sean enviadas a las estaciones policiales; asimismo, Argentina presentó el Proyecto de reglamento provisional de los vehículos aéreos no tripulados, en resguardo de la integridad de la ciudadanía y cuyo articulado en esencia señala: “Se prohíbe el uso de la mayoría de los modelos de drones en los grandes centros urbanos”; documento construido por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) para que funcione como base para la regulación de este tipo de actividades. (Gema y otros, 2013, p. 15-70).

Por lo tanto, las acciones que se han acometido en el ámbito internacional para regular actividades en la aviación, corresponde a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), quien ha emitido ciertas y determinadas normativas en función de armonizar las acciones de aviación en cada país, pero en lo que respecta a los drones, se calcula que para el año 2018 es que se concretará una reglamentación dirigida a la regulación de manera estándar internacional en torno a estas aeronaves. (Gema y otros, 2013, p. 15-70).

En el caso que compete a Venezuela, la historia se remonta al año 1912, donde se efectúa el célebre vuelo de Frank Boland sobre Caracas, el mundo se encontraba en el inicio de la Primera Guerra Mundial y es así que a partir de ese momento la aviación comienza a considerarse un arma portentosa con connotaciones de uso bélico, es entonces, para el año 1920, cuando se reivindica una gran relevancia en el requerimiento de contar con un contingente de la aviación militar para la nación, por lo cual, el Presidente de la República de Venezuela, el General Juan Vicente Gómez, decide elaborar un decreto fundando la Escuela de Aviación Militar de Venezuela, y se da paso a la moderna aeronáutica. (Asociación Venezolana de Aviación, 2014).

Para 1944, Venezuela suscribe el Convenio de Aviación Civil Internacional, celebrado en Chicago, con el fin de lograr y dar cumplimiento a los deberes internacionales impuestos a los Estados miembros del tratado, posteriormente, para el año 1946 es decretada la fundación de la Fuerza Aérea Venezolana. (Asociación Venezolana de Aviación, 2014).

Por lo tanto, se inicia las acciones pertinentes a cumplir por parte del Estado venezolano en una legislación en materia de Aeronáutica e implementar el marco jurídico que le permita adecuarse a los cambios técnicos que el desarrollo y el progreso de la aviación civil contemplaba para el momento, en función de las atribuciones que la carta magna otorgaba al Ejecutivo Nacional.

Del mismo modo, la Constitución de la República de Venezuela, instituye la garantía sobre la soberanía territorial, en su Título II, Del Espacio Geográfico y de la División Política, Capítulo I. Del Territorio y demás Espacios Geográficos, donde en el articulado N° 11, señala:

La soberanía plena de la República se ejerce en los espacios continental e insular, lacustre y fluvial, mar territorial, áreas marinas interiores, históricas y vitales y las comprendidas dentro de las líneas de base rectas que ha adoptado o adopte la República; el suelo y subsuelo de éstos; el espacio aéreo continental, insular y marítimo y los recursos que en ellos se encuentran, incluidos los genéticos, los de las especies migratorias, sus productos derivados y los componentes intangibles que por causas naturales allí se hallen...(P. 5).

Actualmente, el Estado Venezolano, en la búsqueda de garantizar el uso apropiado de este tipo de mecanismo publicó en gaceta oficial N° 40.976, algunas normativas y permisos temporales de uso, y determino requisitos básicos para su utilización.

Las personas naturales que posean drones y deseen efectuar la utilización de drones deben incorporarse al censo nacional de sistema de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) y cumplir en conformidad con lo señalado en la resolución conjunta N° 005, donde se prohíbe la maniobra o tripulación de las Aeronaves Pilotadas a Distancias en 120 días, a partir de la fecha de publicación de la Gaceta N° 40.976 del 29/08/2016.

Asimismo, las personas jurídicas deben cumplir con estos requisitos, aunado a la realización de un pago de los derechos aeronáuticos equivalentes a cien unidades tributarias (100 UT) a nombre del Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC).

En este sentido, todo venezolano que posea un dron dentro del territorio nacional deberá censarse en el Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC), dado el pronunciamiento de la resolución, la cual reglamenta el uso de aeronaves no tripuladas (drones) en el espacio aéreo venezolano por un determinado lapso, esgrimiendo en su articulado N° 1, lo siguiente:

Artículo 1°. Se prohíbe la operación y circulación aérea en el territorio nacional y demás espacios geográficos de la República Bolivariana de Venezuela, de las aeronaves clasificadas como de Aviación General y Privada de conformidad con lo dispuesto en los artículos 78 y 79 de la Ley de Aeronáutica Civil, así como de todo Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS), conocido comúnmente como “DRON” o “DRONE”, a partir del día 27 de agosto de 2016 hasta el día 05 de septiembre de 2016, ambas fechas inclusive.

No obstante, la normativa que se encuentra vigente en el país, a través de la Ley de Control para la Defensa Integral del Espacio Aéreo, puede aplicarse a estos aparatos de aviación, que si bien no especifica a los drones, indica que debe aplicarse a aquellos objetos que, sin ser aeronaves, se desplieguen por el espacio aéreo de la nación, lo que aduce podría ser

aplicado a los drones. Todo ello, en virtud de lo estipulado en su articulado N° 3:

El Estado tiene la potestad de interceptar, decomisar e inutilizar un objeto volador cuando se considere incumplida la normativa en materia de circulación aérea o que violente Zonas de Identificación de Defensa Aérea, que son básicamente cualquier espacio nacional.

En muchos casos la reglamentación o el marco legal no existe y donde existe es escaso, dado que no abordan temas referidos a los límites de la utilización de esta tecnología de drones en el ámbito militar o de las estrategias de Estado, proponiéndose únicamente reglamentar aspectos de utilización de los drones por parte de civiles; de igual manera debe reglamentarse restricciones y garantías para la sociedad en cuanto al entorno de su derecho a la privacidad y a la protección de su imagen e información personal, en virtud de delimitar y definir un entorno de vigilancia masiva y sin límites, dado que este tipo de tecnologías puede generar graves perjuicios en la privacidad de las personas.

Es por ello que el marco legal, resulta imperativo para la instrumentación de las normativas que rigen la materia, dando paso a reglamentaciones técnicas, que buscan garantizar la adecuada y proporcionada vigilancia, así como el control de las operaciones aéreas, tanto en la seguridad de los vuelos que se ejecutan, como en prevenir la utilización indebida de la aeronáutica civil.

Actualmente el Ministerio del Poder Popular para la Defensa publicó en Gaceta Oficial N° 40.978, de fecha miércoles 31 de agosto de 2016, los lineamientos y procedimientos que deberán cumplir las personas que realicen en el país operaciones de vuelo con los Sistemas de Aeronaves

Pilotadas a Distancia, siendo el Comando Estratégico Operacional (CEO), a través del Comando de la Defensa Aeroespacial Integral (CODAI) el ente encargado de realizar el análisis previo a los trámites correspondientes de las solicitudes para la operación de vuelo. Además, el texto destaca que podrán hacer uso de estos aparatos en el aire personas naturales o jurídicas integrantes del sistema de defensa militar, las instituciones y organismos de seguridad ciudadana.

Finalmente, en la actualidad la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) se encuentra diseñando en conjunto con el Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC) y el Ministerio del Poder Popular para el Transporte Acuático y Aéreo, la fundación del marco regulatorio de la utilización y explotación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia en Venezuela. (Comisión Nacional de Telecomunicaciones, 2017).

VENTAJAS DEL USO DE LOS DRONES

- Pueden sustituir al ser humano en la ejecución de labores que impliquen riesgos, como es el caso de sobrevolar zonas contaminadas (radiación, entre otros) y tomar muestras de sustancias que luego serán analizadas en laboratorio.
- Su plataforma permite integrar combinaciones de diferentes sensores en especial cámaras para la captación de fotografía y videos, así como un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), esenciales para las diferentes aplicaciones cartográficas, generando ortofotomapas georrefenciados de lugares donde no existe ningún tipo de información.

- Es posible automatizarlos o manejarlos a control remoto de forma sencilla, mediante alguna aplicación para Android, así como desde una computadora, entre otras opciones, facilitando el plan de vuelo.
- Debido a su velocidad de vuelo, es posible recorrer grandes distancias en poco tiempo y llegar a zonas de difícil acceso (montañas, riscos, cuerpos de agua, entre otros).
- El elevado número de aplicaciones, que entre ellas se destacan, medición de elementos contaminantes en la atmosfera, monitorización de bosques, incendios forestales, áreas deforestadas, caracterización de vegetación, derrames de hidrocarburos, minería, agricultura, turismo, ordenación del territorio (Gestión Urbana, Catastro, ABRAES), así como vigilancia de costas y cualquier zona de riesgo que pueda sufrir desastres naturales. El conjunto de todas estas actividades convierten esta tecnología en una herramienta innovadora para la gestión de Guardería Ambiental.

DESVENTAJAS DEL USO DE LOS DRONES

- La percepción Pública que se tiene de esta tecnología es que son dispositivos de mala calidad, solo de uso militar, pueden llegar a constituir un proyectil no controlado en caso de una falla por lo que lo asocian a elementos inseguros, son inútiles para los ciudadanos o simplemente son considerados como juguetes.
- La posible existencia de un tiempo de retardo entre la emisión de instrucciones y su recepción, para su proceso y ejecución, pudiera afectar la captación de información en tiempo real.
- Influencia en su funcionamiento por fenómenos meteorológicos, como fuertes vientos, tormentas o pluviosidad de alta intensidad, entre otros.

- Capacidad de vuelo limitada por el tipo de combustible, fuente de energía (batería de poca durabilidad), tamaño, alcance y su sistema de navegación.
- La comercialización no controlada de estos dispositivos, facilita su adquisición por personas o grupos de dudosa ética, los cuales pudieran destinar esta tecnología a la violación de la privacidad o para fines bélicos.

CONCLUSIONES

Durante la investigación documental, se constató la factibilidad del uso de los sistemas de aeronaves piloteas a distancias RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) o vehículos aéreos no tripulados UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), conocidos en el mundo como DRONES, para la realización de actividades asociadas a labores de Guardería Ambiental.

Debido a sus características, esta herramienta puede ser usada en inspecciones de interés criminalístico que coadyuven en la realización de experticias y/o peritajes, asociadas a una investigación penal por la presunción de un hecho punible contra el ambiente.

Las diferentes aplicaciones de los sistemas de aeronaves piloteas a distancias RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) o vehículos aéreos no tripulados UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), constituyen un mecanismo efectivo para el resguardo de los recursos naturales, en especial aquellos ecosistemas sensibles o frágiles como lo son las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). Adicionalmente, permiten una rápida evaluación de las áreas perturbadas y establecer estrategias de control con adecuada anticipación para evitar desastres de mayor envergadura.

RECOMENDACIÓN

En el presente artículo se han expuesto perspectivas y ventajas del uso de sistemas de aeronaves piloteas a distancias RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*) o vehículos aéreos no tripulados UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), como un instrumento para realizar vigilancia y control sobre los recursos que constituyen el patrimonio natural del país, por lo que se insta a los diferentes entes u organismos gubernamentales que cumplen funciones de Guardería Ambiental para la defensa integral del ambiente, considerar la aplicación de esta tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevo, R. (2011), **Sistemas de teledetección activos y pasivos embarcados en sistemas aéreos no tripulados para la monitorización de la tierra**. Departamento de Teoría de la señal y comunicaciones Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Barcelona España.

Alvear T. (2015), **Retos del Derecho en Relación con la Regulación de la Operación Civil y Militar de Drones**. España: Editorial Dykinson.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** (1999), Publicada en Gaceta Oficial del N° 36.860, de fecha 30 de diciembre de 1999.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. **Ley de Control para la Defensa Integral del Espacio Aéreo** (2012), Gaceta Oficial N° 5453E.

Asociación Venezolana de Aviación (2014), **Historia de la Aviación en Venezuela**. [En línea] URL <http://avac.org.ve>. Consultado en junio de 2017.

Austin, R. (2010), **Unmanned Aircraft Systems UAVs Design, Development and Deployment**, A John Wiley and Sons, Ltd., This edition first published. Great Britain, United Kingdom.

Castro, D., Rodríguez, O. (2016), **Desplegadas 11 Unidades del VEN 911 y 30 Aeronaves Pilotadas a Distancia en la Gran Caracas**. Ministerio del

Poder Popular para Relaciones Interiores, Justicia y Paz. [En línea] URL <http://www.mpprijp.gob.ve/index.php/2016/08/29/desplegadas-11-unidades-del-ven-911-y-30-aeronaves-pilotadas-a-distancia-en-la-gran-caracas/>. Consultado en junio de 2017.

Campuzano, M. (2014), Qué son los drones y en qué se utilizan. Publicación GADGETS. Editado por CORPORATIVO MINA, S.A.

Comisión Nacional de Telecomunicaciones (2017). **Marco Regulatorio de Drones en Venezuela**. [En línea] URL <http://www.conatel.gob.ve/marco-regulatorio-para-el-uso-de-drones>. Consultado en junio de 2017.

Elordi, M. (2014). **El Uso de Vehículos Aéreos No Tripulados – Drones en las Labores de Seguridad y Vigilancia**. Congreso Derecho TICs: Innovación, Tecnología y Gestión Avanzada de la Información. Implicaciones Jurídicas del Cambio de Paradigma.

Gema S., Valenzuela, M. y Saumeth E. (2013), **Vehículos Aéreos No Tripulados en Latinoamérica**. Editorial IDS.

Gómez, S. (2014). **Constitucionalismo Multinivel. Derechos Fundamentales**. Segunda Edición, Madrid, España.

Leos, G. (2014), **Implementación de una aeronave no tripulada de despegue vertical de cuatro rotores**. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Ciudad de México, México.

Ollero, A., Martínez, J., Merino, L., Caballero, F. & Viegas, D. (2007), **Sistema Basado en el Empleo Vehículos Aéreos no Tripulados para la Lucha Contra Incendios Forestales**. En línea] URL http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/SESIONES_TEMATICAS/ST6/Ollero_et_al_SPAIN_Andal.pdf. consultado en junio de 2017.

Pike, H. (2013), **Drone journalism: worth exploring**. King's Journalism Review. [En línea] URL <http://thekjr.kingsjournalism.com/?p=14896>. Consultado en junio de 2017.

Ramírez, E., Cruz, A., Lagunas, A., & Carreño O. (2015), **Uso de vehículos aéreos no tripulados para la caracterización del paisaje sumergido; Bahía Estacahuite**, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, División de Estudios de Postgrado, Oaxaca, México.

Reino de España (1994), Real Decreto 1489/1994 de 1 de julio. **Reglamento de la Circulación Aérea Operativa**. Boletín Oficial del Estado N° 191 de fecha 11 de agosto.

República de Venezuela (2016), Resolución Ministerial N° 014412. **Lineamientos y procedimientos que debe efectuar el interesado(a) para obtener la autorización de la operación de vuelo de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia “RPAS” conocidos como “DRON” o “DRONE”, en el territorio nacional y demás espacios geográficos de la República Bolivariana de Venezuela**. Gaceta Oficial N° 40.978, de fecha 31 de agosto.

Sani, J., Tierra, A., & Robayo A. (2015), **Vehículos aéreos no tripulados – UAV para la elaboración de cartografía escalas grandes referidas al marco de referencia SIRGAS-ECUADOR**. [En línea] URL <https://www.researchgate.net/publication/274385188>. consultado en junio de 2017.

Suraj, G., & Mangesh, G. (2013), **Review of Unmanned Aircraft System (UAS). International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)**, Volume 2, Issue 4. 1646 - 1658.

Toth, C., Jozkow, G., & Grejner, D. (2015), **Mapping with Small UAS: A Point Cloud Accuracy Assessment**. Journal of Applied Geodesy. National University of Singapore - NUS Libraries. 213–226.

(2013), **La Voz: Pdvsa utilizará drones en operaciones de vigilancia y control**. Noticiero Digital.com. [En línea] URL <http://www.noticierodigital.com/2013/10/la-voz-pdvsa-utilizara-drones-en-operaciones-de-vigilancia-y-control/>. Consultado en junio de 2017.

(2016), **Drones. Una introducción, características y cómo su inclusión cambia la forma de trabajo**. De maquinas y herramientas. [En línea] URL <http://www.demaquinasyherramientas.com/novedades/drones-introduccion>. consultado en junio de 2017.

(2017), **Una startup Finlandesa utiliza drones para detectar emisiones gaseosas en la atmósfera**. Hispaviación. [En línea] URL <http://www.hispaviacion.es/una-startup-finlandesa-utiliza-drones-detectar-emisiones-gaseosas-la-atmosfera/>. Consultado en junio de 2017.