

# Trabajo Fin de Máster

UAS, presente y futuro: producción,  
expectativas de mercado y retos inmediatos

Autor

D. Ignacio Sánchez González

Director

D. Gregorio Giménez Esteban

Facultad de Economía y Empresa  
2012



**RESUMEN**

La aparición y generalización a lo largo de esta última década de los sistemas aéreos no tripulados (UAS) ha constituido una auténtica revolución dentro del sector aeronáutico, ofreciendo nuevas capacidades que están conduciendo a un profundo cambio en la forma de entender la aviación. También desde el punto de vista industrial, el de los UAS ha sido uno de los sectores más dinámicos de los que conforman el mercado aeroespacial, existiendo grandes expectativas de crecimiento para los próximos años. Sin embargo, este crecimiento pasa por la necesaria apertura del mercado de UAS al sector civil.

Este trabajo trata de analizar el mercado actual de UAS y sus perspectivas de futuro, ofreciendo como elemento innovador una comparación entre la capacidad de producción de UAS de un país con otras características del mismo como son el PIB, su capacidad tecnológica o su gasto en defensa. Finalmente expone cuales son los principales retos que se deben afrontar para lograr una exitosa expansión hacia el mercado civil.

**PALABRAS CLAVE:** UAS, UAV, industria aeronáutica, espacio aéreo, vehículos aéreos no tripulados, sistemas aéreos no tripulados

**ABSTRACT**

The emergence and spread over the last decade of unmanned aerial systems (UAS), has been a revolution in the aeronautical sector, offering new capabilities that are leading to a deep change in the way we understand aviation. Also from the industrial point of view, the UAS have been one of the most dynamic sectors in aerospace market, existing high growth expectations for the incoming years. However, this growth goes through a necessary UAS market opening to the civilian sector.

This paperwork tries to analyze the current market for UAS and its future prospects, offering as innovative element a comparison between UAS production country's capacity to other characteristics like GDP, technological capabilities or defense expenses. Finally, it sets out which are the main challenges to face in order to achieve a successful spread to the civilian market.

**KEY WORDS:** UAS, UAV, aeronautic, industry, air space, unmanned aerial vehicles, unmanned aerial systems.

**ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ORIGEN Y EVOLUCIÓN EN EL EMPLEO DE UAS</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LOS UAS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1.</b>	<b>Características de los UAS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2.</b>	<b>Tipos de UAS</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3.</b>	<b>Aplicaciones de los UAS</b> .....	<b>14</b>
<b>4.</b>	<b>PRODUCCIÓN DE UAS</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1.</b>	<b>Estructura del mercado</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2.</b>	<b>Factores influyentes en la producción de UAS</b> .....	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>UAS, UNA MIRADA HACIA EL FUTURO</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1.</b>	<b>Perspectivas de mercado para los UAS</b> .....	<b>35</b>
<b>5.2.</b>	<b>Retos futuros</b> .....	<b>38</b>
<b>5.2.1.</b>	<b>Integración en el espacio aéreo general</b> .....	<b>39</b>
<b>5.2.2.</b>	<b>Disponibilidad del espectro electromagnético</b> .....	<b>47</b>
<b>5.2.3.</b>	<b>Interoperabilidad de los UAS</b> .....	<b>48</b>
<b>5.2.4.</b>	<b>Dispersión de esfuerzos</b> .....	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>

**ANEXO A:** Acrónimos

**ANEXO B:** Producción mundial de UAS 2006-2011

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## 1. INTRODUCCIÓN

De manera similar a lo ocurrido en su momento con la aparición del motor a reacción, la irrupción de manera generalizada a lo largo de esta última década de los de los sistemas aéreos no tripulados (UAS<sup>1</sup> según su acrónimo en inglés), o quizás para ser más exactos pilotados de manera remota<sup>2</sup>, ha supuesto una auténtica revolución en el mundo aeronáutico, no tanto por las capacidades que ya ofrecen en la actualidad, sino por su enorme potencialidad, bajos riesgos para los operadores y menor economía de costes<sup>3</sup>.

Los UAS, que engloban desde pequeños sistemas portátiles de lanzamiento manual hasta sofisticadas y complejas aeronaves de grandes prestaciones, suponen un nuevo y apasionante reto para todos los actores involucrados en su operativa, desde las industrias que llevan a cabo su diseño, desarrollo y producción, hasta los operadores a cargo de su manejo, pasando por las autoridades reguladoras u organizaciones usuarias, bien sean militares o civiles, que deben desarrollar criterios de utilización y buscar la máxima rentabilidad y posibilidades en su empleo.

Así, si bien a día de hoy el empleo de UAS se circunscribe de manera principal al sector militar, y más específicamente en conflictos armados, donde es un hecho el papel cada vez más determinante de estos sistemas, en el ámbito civil es evidente la progresiva implementación de estas plataformas año tras año, y todo ello sin tener aún una reglamentación clara definida<sup>4</sup>, lo que circunscribe y limita de manera notable su empleo, como veremos en puntos posteriores. Su uso en ambos campos, tanto civil

---

<sup>1</sup> Aunque habitualmente se considera que UAS es el acrónimo de *Unmanned Aerial System*, algunos autores prefieren referirse a ellos como *Uninhabited Aerial System*.

<sup>2</sup> De hecho la USAF está abandonando el término de UAS para sustituirlo por el de RPA (*Remotely Piloted Aircraft*).

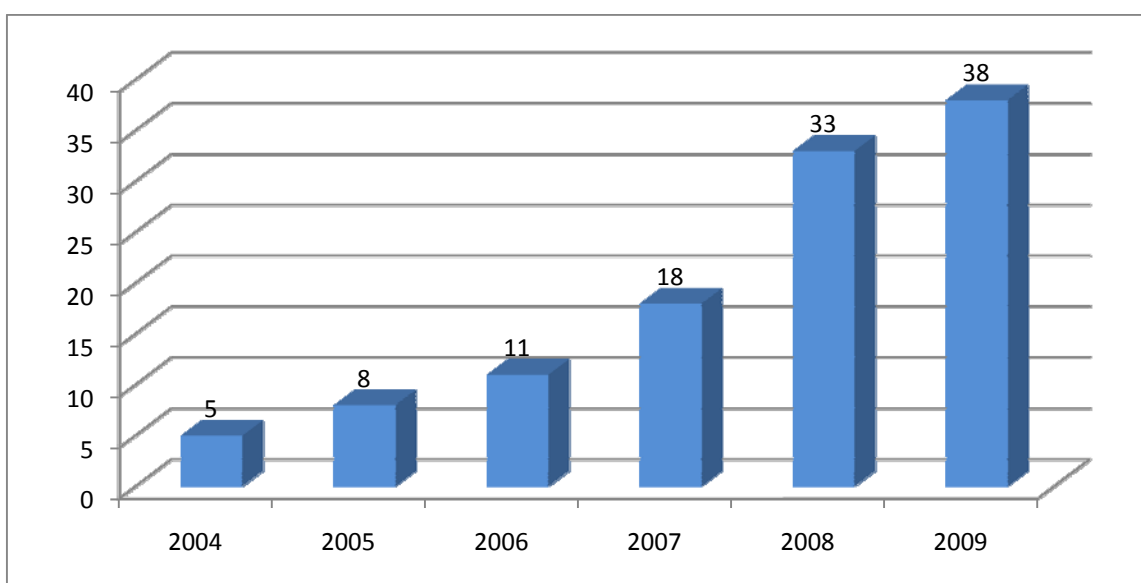
<sup>3</sup> De acuerdo con datos extraídos de la propia página web de la USAF (<http://www.af.mil/information/factsheets/index.asp>), el precio estimado de un sistema completo, compuesto por cuatro plataformas aéreas, una estación de control de tierra y un enlace satélite, es de 20 M\$ en el caso de un UAS MQ-1B "*Predator*" y de 53,5 M\$ tratándose de un MQ-9 "*Reaper*". Frente a esto, el coste señalado por la misma fuente para un único avión tripulado convencional F-16 C/D es de 17,8 M\$, 29,5 M\$ en el caso de un F-15 E y 143 M\$ si se trata de un F-22 (todas las cifras han sido deflactadas a US\$ 2006).

<sup>4</sup> Carrasco (2009), p.28

como militar, está demostrando de manera práctica sus grandes ventajas respecto a las aeronaves tripuladas en determinadas áreas de acción.

Los datos permiten corroborar la aseveración realizada sobre la importancia creciente de este tipo de ingenios. Así señalar que, bajo el punto de vista de empleo de los mismos, en el periodo 2004-2009 la USAF aumentó en un 660% el número de patrullas aéreas de combate (CAP<sup>5</sup>) llevadas a cabo por los UAS MQ-1 "Predator" y MQ-9 "Reaper".

**Gráfico 1: Aumento de CAP llevadas a cabo por UAS en la USAF (2004-2009)**



**Fuente:** Deptula (2009), p.5

También en el ámbito industrial se está realizando un importante esfuerzo encaminado al diseño, desarrollo y producción de UAS. Según datos obtenidos por el autor, la inversión en I+D realizada por el grupo EADS en los últimos diez años ha estado entorno a los 45 millones de euros anuales de media, lo que supone casi un 30% de la inversión total en I+D realizada por la corporación en dicho periodo.

En definitiva, las consecuencias de la proliferación de UAS se dejan sentir en innumerables campos, con implicaciones militares, económicas, industriales, legales o incluso éticas, resultando imposible abarcar todas ellas en un trabajo de esta

<sup>5</sup> *Combat Air Patrol*

extensión. En consecuencia, este trabajo se centra de manera principal en los aspectos relacionados con la producción y mercado de estos sistemas.

Por ello, tras un repaso en el cual se trata de proporcionar una visión global sobre la evolución y estado actual de los UAS, el documento se focaliza en la distribución a nivel mundial de la producción de UAS. Como elemento innovador, el trabajo aporta una inédita comparación entre aquella y otras magnitudes económicas de los países productores, tratando de obtener conclusiones sobre la relación que existe entre la producción de UAS y otros factores tales como el PIB, gasto militar del país o su nivel tecnológico y potencial de innovación. La recopilación de datos referentes a la producción de UAS ha supuesto un importante reto dada la dificultad en la obtención de los mismos.

Finalmente, se tratará de echar una mirada hacia el futuro de los UAS a corto y medio plazo, exponiendo qué perspectivas de mercado estiman diferentes fuentes y describiendo cuáles son, bajo nuestro punto de vista, los principales retos que debe afrontar el sector aeronáutico en los próximos años respecto a los UAS para afrontar con éxito una apertura hacia mercados civiles.

## **2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN EN EL EMPLEO DE UAS**

Aunque es innegable que ha sido en estos últimos años cuando los UAS han alcanzado un peso específico considerable dentro del sector aeronáutico, lo cierto es que la idea de poder prescindir de la figura del piloto ha estado ligada a la propia aviación desde su génesis.

De hecho, ya allá por 1917, y gracias a la invención del estabilizador giroscópico llevada a cabo por Peter Cooper y Elmer A. Sperry, se consiguió que una aeronave no

---

tripulada fuera radio controlada y realizara un vuelo directo y nivelado de más de cincuenta millas<sup>6</sup>.

Ya tras la II Guerra Mundial, se diseñarían diferentes aeronaves no tripuladas, fundamentalmente para el cometido de ejercer de blancos aéreos, pero no fue hasta 1960 que los UAS se comenzaron a emplear para misiones de reconocimiento fotográfico. El derribo y posterior captura del Capitán Gary Powers mientras llevaba a cabo una misión de reconocimiento sobre la Unión Soviética en un avión U-2, produjo una serie de consecuencias diplomáticas y políticas que condujeron a adoptar medidas encaminadas a impedir por todos los medios de que un episodio similar se repitiera de nuevo. La solución pasó por reconvertir al *Firebee I*, un UAS diseñado para servir como blanco en los entrenamientos de las tripulaciones de combate, en un nuevo avión de reconocimiento, siendo este bautizado como *Firefly*. La URSS, China, Cuba o incluso Vietnam fueron escenarios en los que los *Firefly* fueron empleados, manteniendo así la capacidad de llevar a cabo misiones de reconocimiento en ambientes de alta amenaza antiaérea y con un riesgo cero de pérdida de pilotos propios<sup>7</sup>.

Sin embargo, y aunque existieron proyectos de UAS específicamente diseñados para reconocimiento aéreo, con mayores prestaciones y capacidades, la aparición a mediados de los setenta de los primeros satélites de reconocimiento llevarían a la cancelación de estos proyectos. Tras el final de la Guerra de Vietnam, Estados Unidos paralizaría prácticamente todos los trabajos y proyectos en curso sobre UAS, no recobrando el interés por dichos sistemas hasta pasados más de veinte años.

Israel, por su parte, comenzó a finales de los años sesenta a interesarse por los vehículos aéreos no tripulados, culminando este interés en 1970 con la creación del primer escuadrón israelí de UAS, dotado de *Firebee* y *Chukar* estadounidenses. Sin

---

<sup>6</sup> Poll (2006), p. 10

<sup>7</sup> Sánchez (2003), p.175



---

embargo, tras la Guerra del “Yom Kippur” en 1973, se hizo evidente que las necesidades del estado de Israel demandaban otras capacidades por parte de los UAS<sup>8</sup>. Ello llevó a que sus principales industrias aeronáuticas iniciaran el desarrollo de diseños propios, dando comienzo así a un periodo en el que Israel se colocaría como indiscutible líder mundial en la producción de dichos ingenios.

El *Scout* y el *Mastiff*, fabricados respectivamente por IAI<sup>9</sup> y por Tadiran, fueron los primeros frutos obtenidos. El primero era un UAS de reconocimiento de imágenes que incorporaba videocámaras que podían transmitir en tiempo real las imágenes obtenidas. El *Mastiff*, por su parte, incluía también sensores de reconocimiento electromagnético, Su finalidad era localizar e identificar las señales procedentes de los radares asociados a los SAM<sup>10</sup>, lo que permitía su posterior neutralización mediante ataques de tipo SEAD<sup>11</sup>. A estos desarrollos hay que sumar los *Sansón* y *Dalila*, UAS de un solo uso diseñados para actuar como señuelos y poner en evidencia a las defensas aéreas enemigas.

La eficacia del uso conjunto de UAS y aeronaves tripuladas quedó claramente patente durante la Guerra del Líbano en 1982, en la que el empleo coordinado de ambos sistemas logró destruir 17 de las 19 baterías antiaéreas desplegadas por Siria en el Valle de la Bekaa.

Con posterioridad, Israel seguiría desarrollando UAS de mayores prestaciones, tanto en el segmento de los sistemas tácticos, con el *Searcher* y el *Hermes*, como en el de los operacionales/estratégicos con el *Heron* y el *E-Hunter*. Todos ellos proporcionarían a Israel, hasta finales de la década de los noventa, la primacía en la producción

---

<sup>8</sup> Shechter (2009), p. 67

<sup>9</sup> Israel Air Industries

<sup>10</sup> *Surface to Air Missile*, misiles antiaéreos diseñados para ser lanzado desde tierra para destruir o neutralizar aeronaves en vuelo.

<sup>11</sup> *Suppression of Enemy Air Defences*, misiones aéreas cuya finalidad es la neutralización de las defensas aéreas enemigas basadas en tierra, normalmente misiles tierra-aire y artillería antiaérea.

---

mundial de UAS, estimándose que solo IAI exportó más de quinientos de estos ingenios a más de veinte países diferentes<sup>12</sup>.

Los éxitos obtenidos por Israel en este campo, ocasionaron que Estados Unidos recobrar el interés en estos sistemas. Así, en la I Guerra del Golfo, tanto la Armada como el Ejército estadounidense comenzó a emplear diferentes UAS desarrollados a partir de diseños israelíes.

Sería ya en el teatro de operaciones de los Balcanes donde se sistematizara el empleo de UAS. Las lecciones obtenidas durante la I Guerra del Golfo había llevado el Pentágono a iniciar un programa de adquisición de UAS, capaces de volar durante largos periodos de tiempo y de transmitir en tiempo real la información obtenida por sus avanzados sensores. El *Gnat-750* desarrollado por General Atomics fue el resultado de este programa. A partir de dicho UAS, General Atomics desarrollaría el MQ-1 *Predator*, que realizaría su primer vuelo en los Balcanes a mediados de 1995. Bosnia y Kosovo se convertirían en un auténtico laboratorio donde se probarían nuevos sistemas como el alemán *Luna* o el francés CL-89, y se pondrían en práctica nuevos procedimientos operativos. Muchos de los avances alcanzados en la década siguiente en sensores y en tácticas de empleo de UAS tienen su origen en las lecciones aprendidas en este conflicto. Como ejemplo señalar que el Ejército Británico perdió 28 UAS en un total de 270 misiones<sup>13</sup>, lo que supone un índice de atrición del 10,3% a todas luces inasumible. Ello llevó a la retirada de la zona de operaciones del Batallón Phoenix encargado de operar dichas aeronaves, y a llevar a cabo un profundo replanteamiento de las tácticas, técnicas y procedimientos (TTPs<sup>14</sup>) a emplear, mejoras que fueron implementadas con notable éxito años más tarde en los conflictos de Irak y Afganistán.

---

<sup>12</sup> Sánchez (2003), p.177

<sup>13</sup> Hall y Hamer (2006), p.1

<sup>14</sup> *Tactics, Techniques and Procedures*

Si en Balcanes se atisbó la potencialidad de los UAS en un conflicto, sería en los teatros de operaciones de Irak y Afganistán donde se generalizaría de manera definitiva su empleo. Los cielos de Asia Central han sido testigos de la aparición de nuevos diseños como el MQ-9 *Reaper* o el RQ-4 *Global Hawk*, nuevas misiones como la de designación de blancos o las de ataque realizadas directamente desde las propias plataformas no tripuladas, o incluso nuevos retos, como pueden ser las implicaciones legales o morales de su empleo o la integración de modo seguro de UAS y aeronaves tripuladas en un mismo espacio aéreo.

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS UAS**

#### **3.1. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS UAS**

Resulta necesario acotar el término de UAS, evitando así que puedan incluirse dentro del mismo otros ingenios similares como podrían ser misiles o armamento guiado.

Comúnmente se considera UAS como el sistema formado por uno o varios vehículos aéreos no tripulados (UAV<sup>15</sup>) y todos los elementos necesarios para su manejo seguro y efectivo<sup>16</sup>.

En definitiva podemos decir que un UAS está compuesto por el propio UAV, la carga de pago<sup>17</sup>, los elementos de control, el enlace y los elementos de apoyo<sup>18</sup>.

Centrándonos ya en el propio UAV como aeronave en sí, Hans Wolf establece ciertas características que lo diferencian de otros artefactos voladores que carecen de piloto<sup>19</sup>:

- Los UAV son vehículos capaces de mantenerse en vuelo gracias a su capacidad aerodinámica y que son controlados sin necesidad de presencia humana a bordo.

---

<sup>15</sup> *Unmanned Aerial Vehicle*

<sup>16</sup> US Joint Concept of Operations for UAS (2008), p.2

<sup>17</sup> Carga de pago es el término usado en aeronáutica a los bienes o mercancías transportados por la aeronave. En el caso de UAS, se refiere también a los sensores y/o equipos que transporta para llevar a cabo sus cometidos.

<sup>18</sup> JAPCC (2010), p.3

<sup>19</sup> Wolf (2005), p.24

- Los UAV pueden ser recuperables o fungibles.
- Un UAV puede operar autónomamente o hacerlo de manera remota.

En cuanto a la carga de pago, ésta puede ser tan diversa como cometidos puede llevar a cabo un UAS, y puede incluir sensores de imagen (electro-ópticos, térmicos/infrarrojos o radar) o de inteligencia electrónica (ELINT), armamento, carga o relés de comunicaciones que permiten extender el alcance de la transmisión y recepción de voz y datos mediante el propio UAV.

Los elementos de control por su parte, abarcan varios aspectos como el manejo del UAV, de la carga de pago, el planeamiento o las comunicaciones. El componente más característico es la estación de tierra desde la que el operador u operadores llevan a cabo el manejo de la aeronave y sus sensores.

El enlace incluye todos los medios de comunicación entre el UAV, la estación de control en tierra y el propio operador. Debe tenerse en cuenta que, dependiendo del tipo de UAS, es habitual que el enlace deba realizarse a muy largas distancias más allá de la línea visual, lo que se denomina BLOS<sup>20</sup>. Ello ocasiona que para asegurar un enlace efectivo deban emplearse sistemas de comunicaciones vía satélite.

Finalmente, los elementos de apoyo, similares a los requeridos por una aeronave tripulada, engloban todos los equipos necesarios para su mantenimiento, transporte, despliegue, lanzamiento y recuperación.

Aunque es cierto que la operación de un UAS presenta notables similitudes a la de un avión tripulado convencional, como pueden ser los principios técnicos de la propia aeronave, la formación de los pilotos/operadores, el uso del espacio aéreo o los requisitos de mantenimiento y apoyo logístico<sup>21</sup>, la particularidad de carecer de un piloto a bordo le proporciona notables ventajas.

---

<sup>20</sup> *Beyond Line Of Sight*

<sup>21</sup> JAPCC (2010), p.2

---

Quizás la primera y más notable de todas sea la de la permanencia, entendiendo como tal la capacidad del UAV de permanecer en vuelo durante prolongados periodos de tiempo. Dependiendo de su configuración de carga de pago, algunos UAS superan de forma rutinaria las 20 horas de misión y se prevé que en un futuro puedan tener una autonomía de varios meses<sup>22</sup>.

Otra ventaja que presentan los UAS derivada de su ausencia de piloto, es la libertad de diseño que esta particularidad permite, ya que este no se ve constreñido por las limitaciones consecuencia de tener que transportar a una o varias personas y todos los consiguientes equipos para mantenerlos con vida y en un entorno seguro y confortable. De esta manera el UAV puede poseer el tamaño y características apropiadas y justas para los cometidos a llevar a cabo, lo que redundará en una mayor eficiencia en cuanto a materiales, consumos o repuestos.

Los UAS también permiten una optimización en el empleo del factor humano ya que además de la mayor flexibilidad que otorga el poder contar con todos los operadores en una o varias localizaciones establecidas, un mismo operador puede manejar más de una plataforma, pudiendo llevarse a cabo determinadas maniobras de forma automatizada. Además de esto, mientras que un piloto de avión comercial necesita un número de horas de vuelo determinadas para mantener su aptitud, con todos los gastos que ello conlleva de combustible, mantenimiento o repuestos, un operador de UAV puede llevar a cabo prácticamente todo su entrenamiento mediante simuladores, lo que repercute en unos menores costes de operación.

Por último, el no contar con personal a bordo, permite asumir mayores riesgos en la operación de un UAS. Siendo ésta una evidente ventaja en el ámbito militar, al poder emprender misiones de difícil supervivencia sin tener que afrontar las consecuencias de potenciales bajas propias, también lo es en el plano civil. Pensemos en UAS que

---

<sup>22</sup> Recientemente el UAS experimental Boeing X-37B perteneciente a la USAF llevó a cabo un vuelo orbital de más de un año de duración, aterrizando el 16 de junio en la Base Aérea de Vandenberg (California) tras 469 días de vuelo.

---

puedan llevar a cabo de manera segura un vuelo de medición de niveles de contaminación tras un desastre nuclear, o que podamos arriesgarlo en un vuelo de extinción de incendios o de rescate en condiciones de baja visibilidad. En definitiva un UAS puede llevar a cabo el vuelo en condiciones que no serían admisibles en el caso de que fueran tripulados.

Frente a estas evidentes ventajas, los UAS también presentan notables inconvenientes, aunque es cierto que algunos de ellos son consecuencia de su estado aún de inmadurez. Quizás el principal de todos ellos, ya que está limitando su expansión en el sector civil, es la imposibilidad de integrarlo en el espacio aéreo de uso general en igualdad de condiciones con una aeronave tripulada. Aunque se está trabajando en este aspecto, lo cierto es que a día de hoy un operador de UAS tiene limitada su capacidad de campo visual y la aeronave presenta mayores tiempos de repuesta. Teniendo en cuenta que la metodología actual para evitar colisiones en vuelo se basa en una triple seguridad proporcionada por los mecanismos de control aéreo, el cumplimiento de las Reglas del Aire y finalmente la adquisición visual, son las carencias en esta última área las que impiden la integración total y bajo unos mismos estándares de seguridad de UAS y aeronaves tripuladas.

Otras desventajas son todas aquellas derivadas de su dependencia del enlace con tierra. Mientras que una aeronave tripulada puede continuar con su vuelo a pesar de una pérdida de comunicaciones, este no es el caso si se trata de un UAS. La interrupción de la señal de control puede ocasionar deficiencias en la efectividad de la misión o errores en la misma cuando no ya la propia pérdida del UAV. Las señales son vulnerables, pudiendo ser perturbadas de manera accidental o con intenciones maliciosas.

Otra inconveniente de los UAS, puede venir dado por el uso de espectro electromagnético. Un UAS demanda un gran ancho de banda, con lo que la gestión

del espectro puede significar una importante limitación en un futuro para estos sistemas, a no ser que la tecnología permita en un futuro reducir este requerimiento.

### **3.2. CATEGORÍAS DE UAS**

Aunque pueda parecer intrascendente, la determinación de unas determinadas familias dentro del conjunto de los UAS reviste cierta importancia. La categorización supone la existencia de un marco de referencia común que facilita el intercambio de conocimiento y procedimientos, ayudando al establecimiento de estándares operacionales y de certificación tanto para aeronaves como para operadores.

Son numerosas las clasificaciones de UAS que se pueden llevar a cabo, ya sea en función de sus prestaciones (altura de operación, autonomía, capacidad de carga, etc.), forma de sustentación (ala rotatoria, ala fija o más ligero que el aire) o cometido (ISR, transporte de carga, relé de comunicaciones, etc.).

Sin embargo, hemos optado por incluir aquí, y emplear para el resto del trabajo la establecida por OTAN, ya que si bien está dirigida especialmente hacia UAS de uso militar y de ala fija, estos son los UAS más comunes en la actualidad, siendo esta clasificación la comúnmente aceptada por la práctica totalidad de fuerzas aéreas. Además cada una de las diferentes clases supone un cualitativo salto tecnológico y de prestaciones, lo que será de utilidad en posteriores partes de este trabajo.

Dicha categorización se basa en el peso máximo al despegue del UAV y en su altura normal de operación, y divide los UAS en tres clases diferentes, cada una de ellas formada por una o varias categorías.

Tabla 1: Clasificación de UAS

CLASE	CATEGORÍA	ALTURA DE OPERACIÓN	RADIO DE ACCIÓN	EJEMPLOS DE PLATAFORMA
<b>Clase I</b> (menos de 150 kg)	MICRO (menos de 2 kg)	Hasta 200 ft AGL <sup>23</sup>	5 km (LOS <sup>24</sup> )	Black Widow, Wasp
	MINI (entre 2 y 20 kg)	Hasta 3.000 ft AGL	25 km (LOS)	Scan Eagle, Raven, Desert Eagle
	SMALL (más de 20 kg)	Hasta 5.000 ft AGL	50 km (LOS)	Luna, Hermes 90
<b>Clase II</b> (entre 150 y 600 kg)	TACTICAL	Hasta 10.000 ft AGL	200 km (LOS)	Searcher, Hermes 450, Sperwer, Ranger
<b>Clase III</b> (más de 600 kg)	MALE <sup>25</sup>	Hasta 45.000 ft MSL <sup>26</sup>	Ilimitado (BLOS)	Predator, Heron, Hermes 900
	HALE <sup>27</sup>	Hasta 65.000 ft MSL	Ilimitado (BLOS)	Global Hawk
	Strike/Combat	Hasta 65.000 ft MSL	Ilimitado (BLOS)	Reaper, Avenger

Fuente: NATO JCGUAV meeting, septiembre 2009

Pese a que en una misma clase pueden existir notables diferencias entre UAS de categorías diferentes, lo cierto es que todos ellos comparten unas características comunes que hacen de cada clase un grupo coherente de UAS.

Así, los UAS de la Clase I (aquellos cuyo peso máximo al despegue no excede los 150 kg) son normalmente sistemas portátiles lanzados manualmente, operados por un número muy reducido de personal (en la mayoría de casos uno o dos operadores) y con una inexistente o mínima huella logística. Su empleo habitual es el de reconocimiento inmediato o de seguridad de instalaciones o personal en movimiento. Es de señalar que aunque OTAN no considera que los UAS de esta clase deban cumplir sus estándares de certificación, en el plano nacional España sí exige que estos sistemas posean su propio Certificado de Aeronavegabilidad<sup>28</sup> al igual que

<sup>23</sup> *Above Ground Level*, término empleado para referirse a altura real sobre el terreno

<sup>24</sup> *Line Of Sight*, vuelo realizado siempre en línea visual.

<sup>25</sup> *Medium Altitude, Long Endurance*

<sup>26</sup> *Mean Sea Level*, en contraposición a AGL que señala la altitud real sobre el terreno en un punto dado, MSL marca la altitud barométrica sobre un estándar común (1013,2 Mb), siendo esta la medida empleada en aviación para el cálculo de altura en ruta a partir de la altura de transición (6.000 ft en España).

<sup>27</sup> *High Altitude, Long Endurance*

<sup>28</sup> En España la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, señala en su artículo 20 que toda aeronave debe poseer, entre otra documentación, el Certificado de Aeronavegabilidad, definiendo este en su artículo 36 como "el documento que sirve para identificar técnicamente la aeronave, definir sus características y expresar la calificación que



cualquier otra aeronave convencional. Las limitaciones en los UAS de Clase I vienen dadas por sus limitaciones en el alcance y altura y por su dependencia de la meteorología, ya que factores como lluvia, visibilidad o vientos moderados suponen en muchos casos factores excluyentes para su operación.

Por su parte, los UAS de Clase II (con un peso máximo al despegue comprendido entre 150 y 600 kg) suelen ser sistemas móviles para ser lanzados mediante catapulta, no necesitando normalmente pistas de aterrizaje preparadas para su recuperación. Aunque su huella logística es moderada, dada su autonomía, alcance y altura de operación, y poder montar sensores de mayores capacidades, ofrecen mayores prestaciones al usuario. Sus necesidades de personal y de instrucción del mismo son notablemente superiores a los de Clase I, requiriendo operadores diferentes para plataforma y sensores, mecánicos de mantenimiento, analistas de información, etc. Las limitaciones de los UAS de Clase II suelen ser consecuencia de su dificultad de integración en el espacio aéreo y de coordinación con otros UAS y aeronaves tripuladas de mayores prestaciones.

Por último, los UAS de Clase III operan a alta altitud y ofrecen prestaciones notablemente superiores a los de Clase II. Sus necesidades logísticas no difieren mucho de las de un avión tripulado convencional, requiriendo pistas preparadas, instalaciones y equipos de mantenimiento específicos, personal multidisciplinar altamente cualificado, etc.

---

merece para su utilización, deducida de su inspección en tierra y de las correspondientes pruebas en vuelo". En el ámbito civil compete al Ministerio de Fomento extender dicho certificado, siendo el Director General de Armamento y Material (DIGAM) la autoridad competente en el ámbito de Defensa.

### 3.3. APLICACIONES DE LOS UAS

Es evidente que dada la naturaleza de los UAS actuales, estos encuentran la mayoría de sus aplicaciones dentro del ámbito militar<sup>29</sup>.

Entre estos cometidos de carácter militar, quizás el más importante en la actualidad sea el de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, ISR<sup>30</sup> según su acrónimo inglés. La capacidad de los UAS de permanecer sobre un objetivo o zona durante periodos de tiempo muy superiores a lo que puede ofrecer una aeronave tripulada, unido a su capacidad de penetrar en áreas fuertemente protegidas sin poner en peligro las vidas de tripulantes, hacen a estos ingenios ideales para estas misiones, permitiéndole al mando disponer en tiempo real de información precisa para la toma de decisiones, ya sea antes de llevar a cabo una operación concreta, durante el transcurso de ella o para evaluar los resultados de la misma.

Otra misión que ya están llevando a cabo en la actualidad, aunque es de suponer que cobre mayor relevancia en un futuro próximo, es el de ataque, ya sea directamente mediante armamento portado por el propio UAV, como indirectamente a través de UAV desarmados que “iluminan” el blanco mediante un designador láser para que sea abatido por otro avión de ataque. Una posibilidad en cuanto a empleo de estos UAS radica en ejecutar conjuntamente ambas misiones, llevando a cabo misiones ISR que pueden transformarse en una de ataque en base a la información obtenida por el sistema si así se considera.

La capacidad de permanencia en el aire de un UAS también lo hace ideal para ejecutar misiones de guerra electrónica (EW<sup>31</sup>), empleando cargas de pago específicas que permitan proteger a medios propios o negar el uso del espectro electromagnético a un oponente.

---

<sup>29</sup> JAPCC (2010), p.14

<sup>30</sup> *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*

<sup>31</sup> *Electronic Warfare*

---

Los UAS pueden también ser empleados en apoyo a misiones CSAR<sup>32</sup>. Sus sensores EO/IR permiten una excepcional capacidad de búsqueda y localización, así como mantener de manera permanente imágenes e información que permita evaluar la situación de los tripulantes caídos.

Otros cometido de carácter militar, aunque este puede ser también de aplicación en el mundo civil, es el de detección y toma de muestras de agentes nucleares, biológicos, químicos y radiológicos (NBQR). Las cargas de pago pueden incluir sensores que permitan la detección en atmósfera de estos agentes, determinando su concentración, dispersión e incluso pudiendo analizar su naturaleza química, y todo ello sin exponer ni arriesgar vidas humanas. En 2011, durante en desastre de la central nuclear de Fukushima, las autoridades niponas emplearon un pequeño UAS fabricado por la empresa japonesa Fuji-Imvac para evaluar los daños producidos<sup>33</sup>.

También el operar como relé de comunicaciones es una aplicación de los UAS con evidente utilidad en el mundo civil. Centrándonos en las misiones militares de este tipo, un UAV puede entre sus equipos de a bordo portar sistemas que permitan efectuar un relé de comunicaciones entre localizaciones que de no ser así estarían incomunicadas o lo harían en peores condiciones.

Los UAV de ala rotatoria pueden ser empleados también en misiones de suministro logístico a unidades en localizaciones remotas o peligrosas sin poner de nuevo en peligro la vida de sus tripulantes. En un futuro estas misiones se podrían ampliar a las de extracción de combatientes del campo de batalla.

Por último, y dentro de las aplicaciones de carácter puramente militar, cabe citar las grandes posibilidades que ofrecen estos sistemas en misiones de protección de la

---

<sup>32</sup> *Combat Search And Rescue*. Misiones mediante las que se trata de localizar y exfiltrar a tripulantes caídos tras las líneas enemigas.

<sup>33</sup> Bull, Chitty y Maple (2012), p.2

---

fuerza (FP<sup>34</sup>), ya sea en protección de instalaciones fijas, patrullando el perímetro y alrededores o reaccionando ante ataques localizando origen del mismo y evaluando daños, en escolta de columnas de vehículos o en localización de artefactos explosivos<sup>35</sup>.

En cuanto a usos civiles, son las restricciones legales que impiden a los aviones no tripulados volar fuera de espacio aéreo segregado las que limitan la expansión de este sector, ya que las plataformas y tecnologías ya existen y las posibilidades y capacidades que ofrecen los UAS son enormes. El incipiente mercado civil para estos sistemas incluye una gran cantidad de potenciales aplicaciones, que van desde seguridad pública e intervención en emergencias hasta usos científicos, pasando por sectores comerciales como transporte de cargas, comunicaciones o cartografía. No obstante, este mercado se encuentra aún en los primeros pasos de su desarrollo, encontrándose aún en fase experimental la mayoría de aplicaciones civiles para UAS<sup>36</sup>.

Dentro de estas aplicaciones no militares, es quizás el de seguridad pública el campo en el que está más extendido el empleo de UAS, y ello es debido a que en él se usan las mismas plataformas y sensores desarrollados para cometidos de carácter puramente militar. Así, los UAS pueden ser empleados en apoyo de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, en la protección de infraestructuras críticas, en intervenciones tras emergencias y desastres naturales o industriales o reforzando dispositivos de seguridad antiterrorista.

Estos sistemas son también especialmente útiles en cometidos de seguridad de fronteras<sup>37</sup>. En la actualidad la Agencia de Estados Unidos de Aduanas y Protección de Fronteras está empleando plataformas *Predator B* para patrullaje y vigilancia de su

---

<sup>34</sup> *Force Protection*. Conjunto de medios y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad del personal, instalaciones, sistemas, equipos y operaciones.

<sup>35</sup> Hall y Hamer (2006), p.1-2

<sup>36</sup> Paso (2010), p.944

<sup>37</sup> ICG (2008), p. 3

---

frontera con México, suponiendo su autonomía de más de 30 horas una clara ventaja frente a las 2 que ofrecen los helicópteros usados hasta ahora, aunque en contrapartida, y debido a las limitaciones ya apuntadas, deben disponer de un área libre de espacio aéreo de cientos de kilómetros a su alrededor por motivos de seguridad.

Israel cuenta ya con una dilatada de más de 30 años de experiencia en el uso de UAS en apoyo de dispositivos antiterroristas. En la actualidad, y gracias a una normativa nacional que permite el uso en un mismo espacio aéreo de aviones tripulados y UAS, Israel mantiene permanentemente en vuelo plataformas no tripuladas sobre los potenciales asentamientos para lanzamiento de cohetes contra su territorio, así como sobre sus principales núcleos urbanos, estos últimos con la finalidad de detectar, identificar y neutralizar posibles acciones terroristas<sup>38</sup>.

Muchos otros países también están usando o evaluando el empleo de UAS en misiones de seguridad interior. El Departamento de Seguridad de México está ya empleando UAS para vigilancia de fronteras y de plantaciones de droga. En Francia, la División de Seguridad Civil, dependiente del Ministerio de Interior, ha seleccionado el UAS de Sagem *Patroller*, para dotar a sus fuerzas de una plataforma capaz de llevar a cabo un amplio espectro de misiones de seguridad interior. Más recientemente, en agosto de 2011 Brasil, Bolivia, Paraguay y Perú hicieron públicos sus planes para hacerse con un número de UAS para operaciones conjuntas contra organizaciones criminales de tráfico de armas, drogas y personas<sup>39</sup>.

En cuanto a seguridad ciudadana, diferentes cuerpos de policía han mostrado ya su interés en el empleo de UAS en apoyo a su operativa diaria. La policía de Dade County en Miami, Estados Unidos, solicitó a la Administración Federal de Aviación un permiso especial para operar un mini-UAV sobre áreas urbanas y el parque nacional

---

<sup>38</sup> Shechter (2009), p.70

<sup>39</sup> Bull, Chitty y Maple (2012), p.4

---

de Everglades en apoyo a sus oficiales sobre el terreno. También en Reino Unido, la policía de Strathclyde ha probado varios UAV en misiones de rescate marítimo y en montaña<sup>40</sup>.

Es indudable el potencial de este tipo de sistemas en entornos urbanos y grandes aglomeraciones de personal. Recientemente se están llevando a cabo diferentes pruebas de integración de sistemas biométricos en UAV de tipo mini y small. Ello permitiría localizar, identificar y monitorizar a individuos potencialmente peligrosos dentro de un ambiente urbano de alta población y adelantarse a sus intenciones previniendo la realización de actos delictivos<sup>41</sup>.

La protección de infraestructuras críticas también es un campo de gran potencial para el uso de UAS, especialmente gaseoductos, oleoductos, vías férreas o líneas eléctricas y en general todas aquellas de gran extensión sobre las que sea materialmente imposible mantener una vigilancia continua.

Los UAS también pueden ofrecer interesantes prestaciones en la prevención o intervención tras desastres naturales. La permanencia de los UAS permite llevar a cabo vigilancia de zonas forestales, proporcionando alerta previa ante incendios y permitiendo monitorizar los mismos, informando de sus focos y evolución. También pueden llevar a cabo la observación de procesos geofísicos asociados a desastres naturales como terremotos, corrimientos de tierras o de volcanes, pudiendo incluso, como ya se ha explicado, proporcionar información en tiempo real de accidentes nucleares o químicos. Comparado con los métodos convencionales, los UAS pueden reducir en un 80% el tiempo empleado para investigaciones geofísicas de cualquier tipo<sup>42</sup>.

Además de estas aplicaciones relacionadas todas ellas con el área de seguridad y emergencias, los UAS ofrecen también un gran potencial en el ámbito científico. Sin

---

<sup>40</sup> ICG (2008), p.9

<sup>41</sup> Bull, Chitty y Maple (2012), p.5

<sup>42</sup> Paso (2010), p.946

---

tratar de sustituir a los satélites, sino más bien como un complemento de los mismos dado que pueden permanecer mucha más tiempo sobre un punto o zona concreta sin estar sujeto a los condicionantes de una órbita, los UAS pueden llevar a cabo observaciones de la tierra con fines meteorológicos, arqueológicos, de medición de cambios en la atmósfera o estudio de mareas y deshielos, entre otros.

También en vigilancia y protección del medio ambiente los UAS pueden aportar interesantes capacidades, tales como medición de contaminaciones y aerosoles en la atmósfera, control agrícola, vigilancia de zonas piscícolas o detección y control de vertidos tóxicos.

Aun asumiendo que la posibilidad de realizar el transporte aéreo de personal mediante aeronaves no tripuladas pueda ser poco factible en un medio plazo, el transporte aéreo de carga sí podría ser una realidad en el corto plazo. La recogida de información para elaboración de cartografía o actuar como relé de comunicaciones como complemento de las redes de satélites de comunicaciones a baja altura o a las torres de repetición para telefonía móvil son también empleos para los que la tecnología está ya más que disponible.

Con esto no se ha pretendido presentar una detallada lista de misiones civiles para UAS, sino más bien apuntar el gran potencial que los UAS ofrecen al usuario no militar, lo que debería influir de manera determinante en el futuro y desarrollo de este mercado.

#### **4. PRODUCCIÓN DE UAS**

##### **4.1. ESTRUCTURA DEL MERCADO**

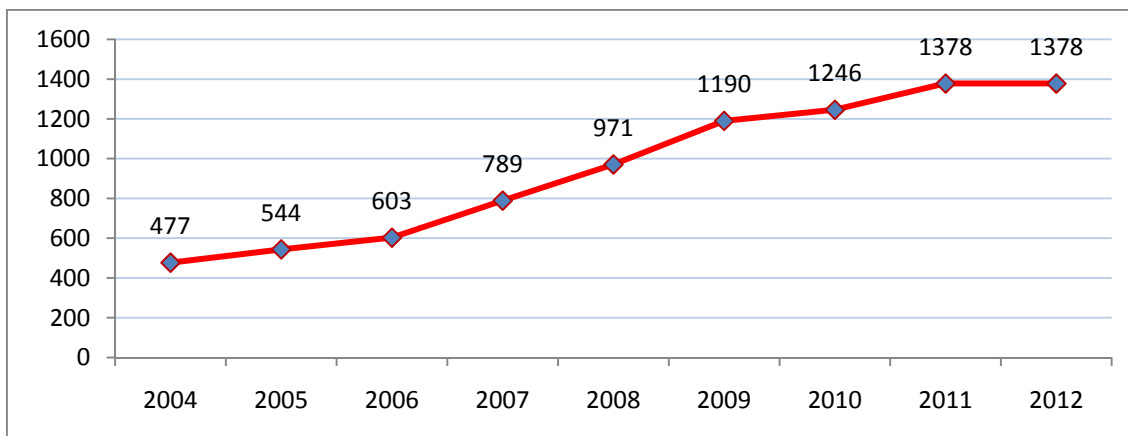
El mercado de los UAS se encuentra aún en las primeras etapas de su ciclo de vida, con una ratio de crecimiento en los últimos cinco años superior al 10%<sup>43</sup>, y suponiendo

---

<sup>43</sup> Maple (2012 a)

la inversión en I+D la mayor parte del mismo<sup>44</sup>. La producción y ventas de UAS se están incrementando significativamente, vislumbrándose a medio plazo un significativo potencial de mercado.

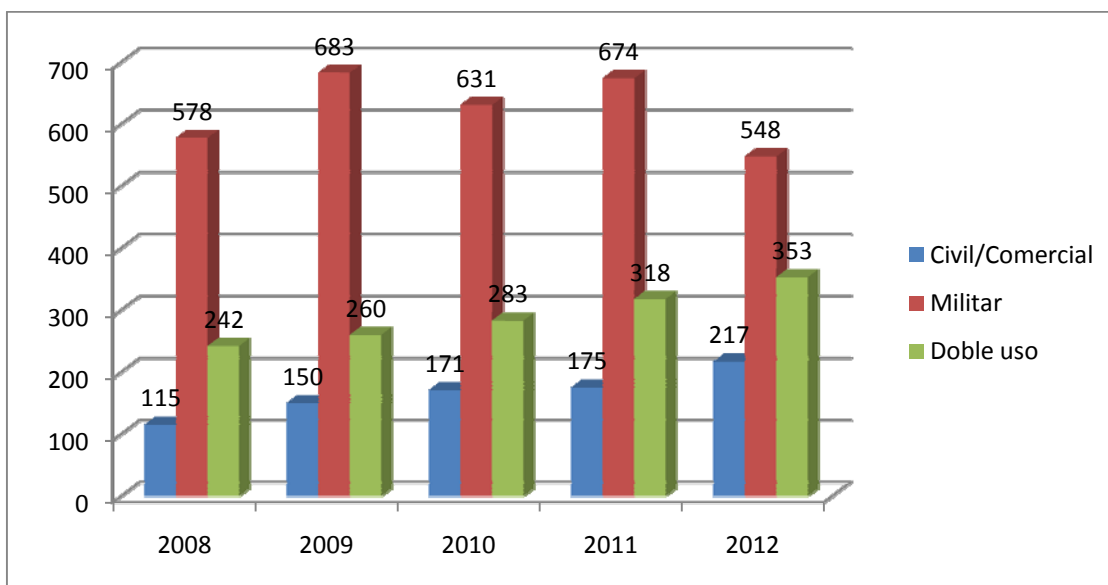
**Gráfico 2: Evolución en la producción de modelos de UAS**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

Actualmente el mercado de UAS está aún claramente orientado hacia su vertiente militar, y no se prevé que este hecho vaya a cambiar en los próximos años, aunque sí se advierte, como se puede apreciar en el gráfico número 3, una tendencia a desarrollar nuevos sistemas de doble uso, con capacidad para llevar a cabo cometidos tanto de ámbito militar como civil.

**Gráfico 3: Evolución de la producción de UAS por empleo**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

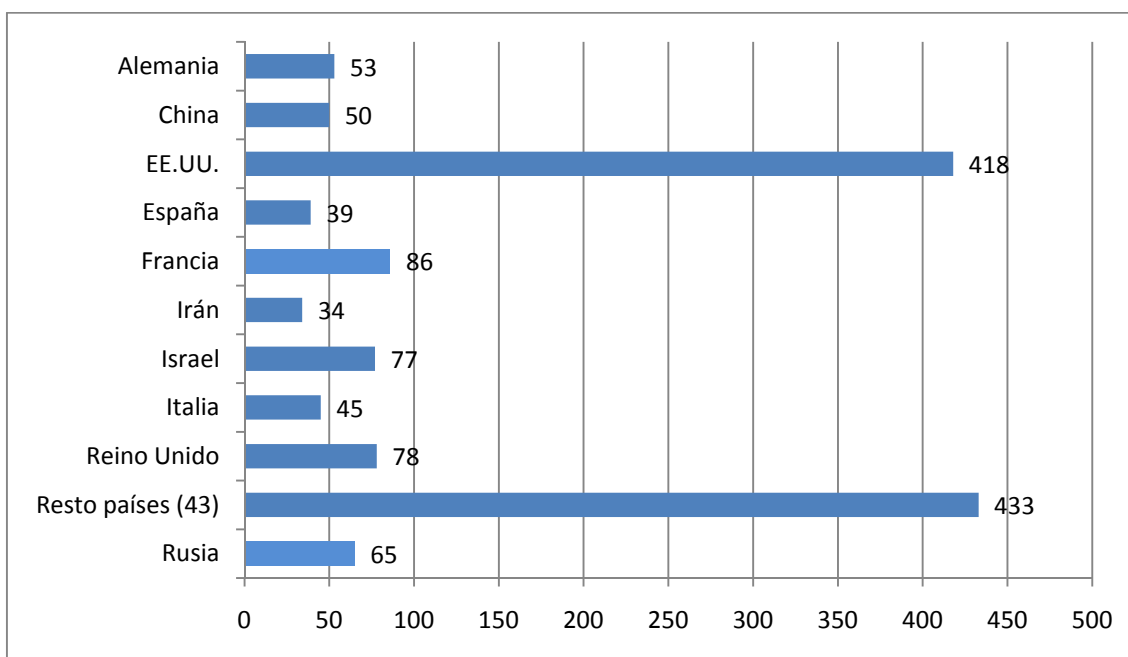
<sup>44</sup> Maple (2012 b)



Pese a que el potencial del mercado futuro de UAS para usos civiles y comerciales es habitualmente considerado como extraordinario, lo cierto es que el crecimiento de este segmento se ve seriamente constreñido por diversos factores tecnológicos y legales. De hecho, autores como Paul Marks sostienen que la tecnología de UAS nunca podrá ser explotada con éxito en el ámbito civil, por considerar dichos factores demasiado complejos de resolver e inasumibles los riesgos que supondría la generalización de UAS en el espacio aéreo de uso general<sup>45</sup>.

Más de 50 países producen en la actualidad UAS, representando Estados Unidos el principal productor mundial de este tipo de aeronaves. El gráfico 4 representa la distribución en porcentaje de la producción mundial de UAS en términos de número de modelos diferentes desarrollados, no de unidades producidas.

**Gráfico 4: Producción de UAS en 2011**



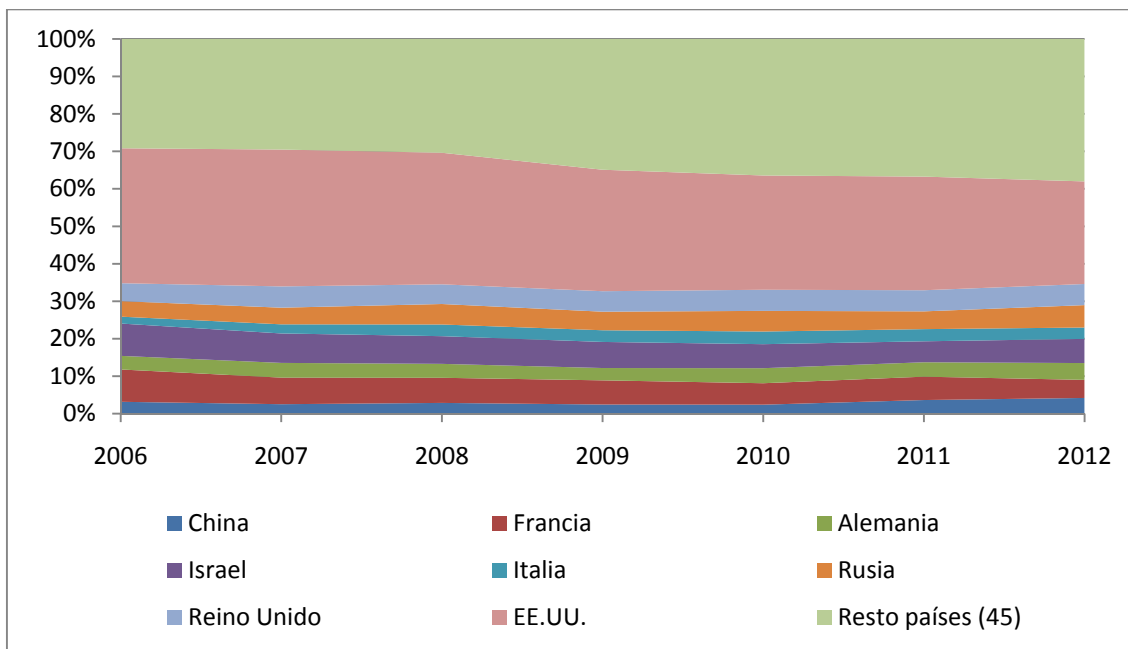
**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS Internacional

Si estudiamos un periodo más amplio, se aprecia que aunque es claro el papel protagonista que juega EE.UU., en los últimos años su peso sobre el total de la producción de UAS se ha reducido, debido en su mayor parte al incremento de países

<sup>45</sup> Marks (2006), p. 57

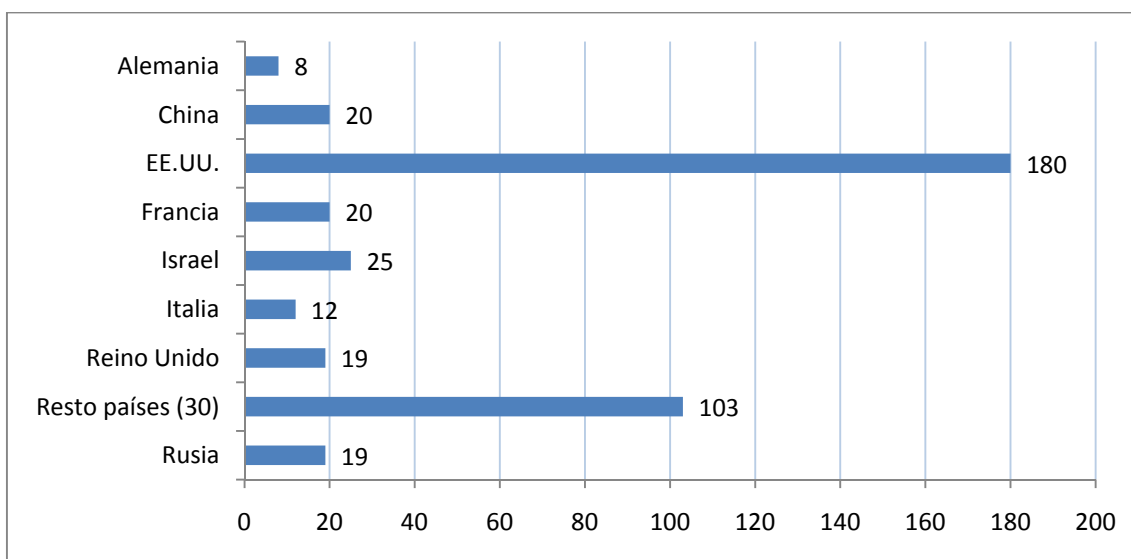
que han comenzado a desarrollar modelos propios de UAS, como se aprecia en gráfico número 5.

**Gráfico 5: Evolución en la producción de UAS por países**

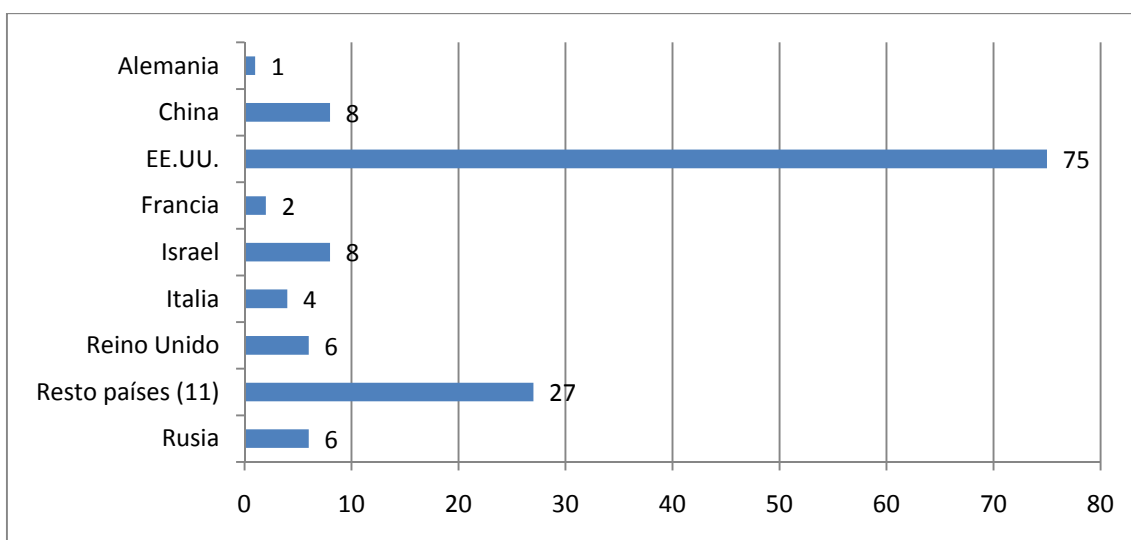


**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

Los anteriores datos se refieren a la producción total de UAS, lo que incluye los de Clase I cuyas exigencias tecnológicas pueden considerarse como moderadas. En los siguientes gráficos podemos observar como esta posición predominante de EE.UU. se hace más evidente según aumenta el nivel tecnológico de los sistemas. Así, si excluimos los Clase I, se constata que este país produjo prácticamente la mitad de de la totalidad de UAS (gráfico 6) desarrollados en 2011, y si nos centramos únicamente en los más avanzados Clase III, resulta que EE.UU. aglutina 75 UAS de un total de 137 producidos a escala mundial (gráfico 7).

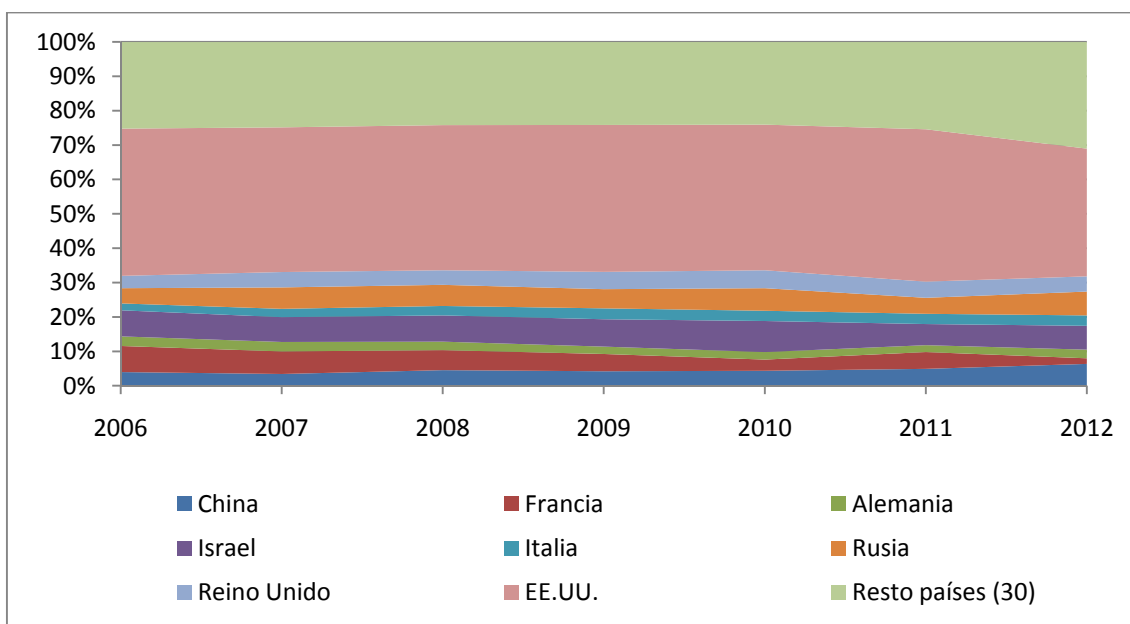
**Gráfico 6: Producción de UAS Clase II y III en 2011**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

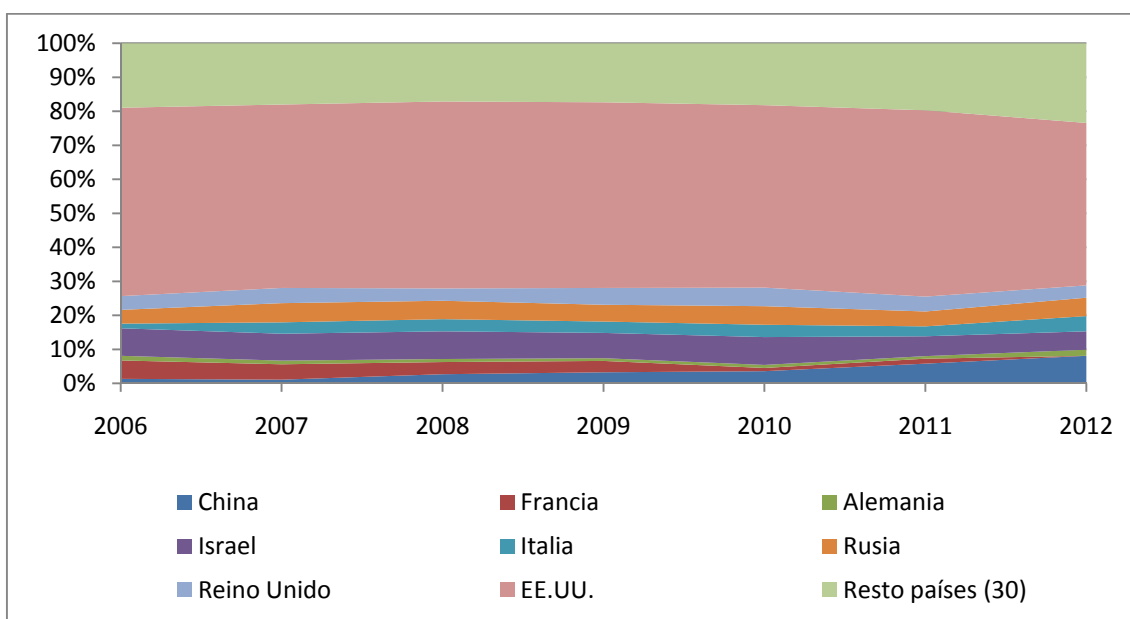
**Gráfico 7: Producción de UAS Clase III en 2011**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

De igual modo, si atendemos a la evolución en la producción de UAS avanzados en un periodo más amplio, la misma tendencia se viene manteniendo prácticamente constante desde el año 2006. Así los gráficos 8 y 9 muestran respectivamente como EE.UU. viene produciendo desde el año 2006 prácticamente el 40% del total de UAS Clase II y III y el 55% de los Clase III

**Gráfico 8: Evolución de la producción de UAS Clase II y III por países**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

**Gráfico 9: Evolución de la producción de UAS Clase III por países**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UVS International

Entrando ya en un estudio por regiones, aunque es una característica extensible a escala mundial, la industria de UAS en Estados Unidos está muy fragmentada, coexistiendo las grandes corporaciones ya establecidas con un significativo número de pequeñas y medianas empresas. AeroVironment o General Atomics son claros ejemplos de cómo industrias de tamaño medio con escasa o nula experiencia en el

sector aeronáutico, pueden llegar a convertirse en líderes del sector y a competir en igualdad de condiciones con grandes compañías como Boeing, Lockheed Martin o Northrop Grumman.

Europa Occidental cuenta con una sólida estructura empresarial en el sector aeronáutico y de defensa y un avanzado nivel tecnológico y de innovación. La práctica totalidad de países tienen establecidos planes de adquisición y/o desarrollo de UAS de diferentes segmentos. No obstante, la persistencia e intensidad de la actual crisis económica, y sus consecuencias en los presupuestos de defensa nacionales ha producido el retraso cuando no la suspensión o cancelación de dichos programas. La solución parece pasar por el desarrollo de planes multinacionales y alianzas estratégicas entre diferentes productores.

Europa del Este por su parte debe aún potenciar y modernizar sus capacidades industriales en el sector, lo que conducirá a un crecimiento del mismo<sup>46</sup>. Rusia posee una potente industria aeronáutica, con corporaciones líderes como *United Aircraft Corporation (UAC)*<sup>47</sup> u *OPK Oboronprom*<sup>48</sup>, aunque éstas aún se encuentran dando los primeros pasos en el desarrollo de una capacidad real nacional en materia de UAS. Recientemente, OPK ha firmado un acuerdo con IAI para la producción en Rusia de sus UAS y desarrollo de la industria local.

En cuanto a mercados emergentes, probablemente Asia-Pacífico represente la región más activa en el sector. Diversos países de la zona poseen ya una próspera industria de UAS tanto para el ámbito civil como el militar, habiendo desarrollado ya diferentes plataformas que van desde los micro y mini para ser lanzados manualmente hasta los sofisticados MALE y HALE. Sin embargo, si exceptuamos a China y Japón, pocos países en el entorno han desarrollado aún la capacidad de desarrollo de cargas de

---

<sup>46</sup> Maple (2012 b)

<sup>47</sup> UAC es una corporación estatal rusa que aglutina las más importantes industrias nacionales del sector aeronáutico de ala fija, como pueden ser Sukhoi, Russian Aircraft Corporation "MiG", Ilyushin, Yakovlev o Tupolev (<http://www.uacrussia.ru/en/>).

<sup>48</sup> Grupo industrial ruso de titularidad estatal cuyas áreas principales de negocio son la producción de helicópteros y de motores. Incluye como filiales compañías como Mil, Kamov o Kazan (<http://www.oboronprom.ru/en/>).

---

pago, siendo diversas empresas estadounidenses, europeas e israelitas las que proveen los sensores EO/IR de estos sistemas<sup>49</sup>.

Japón posee varias empresas con la capacidad industrial y tecnológica suficiente para desarrollar UAS, aunque conviven algunas ya consolidadas como Fuji Heavy Industries y Yamaha Motors, con otras como Hitachi, Mitsubishi o Sony que se encuentran aún en una etapa incipiente en el desarrollo de UAS. Japón se encuentra a la cabeza mundial en lo que se refiere a desarrollo de UAS y cargas de pago de carácter civil, lo que incluye aplicaciones en el terreno de fumigación, control de plagas, control de volcanes y actividad geosísmica o incluso para siembra aérea de bosques. Japón posee también un plan a largo plazo para el desarrollo del sector, lo que concuerda con su estrategia industrial de aumento de presencia en el mercado aeroespacial mundial.

En lo que a China se refiere, su sector aeronáutico está involucrado en un programa de expansión de una ambición sin precedentes, sustentado en una inmensa provisión de fondos y recursos de todo tipo<sup>50</sup>. Sin embargo, la metódica y bien estructurada manera en la que China está tratando de hacerse hueco en el mercado de la aviación tripulada, contrasta con su aproximación al de las plataformas no tripuladas. La industria china de UAS es vasta e irregular, habiendo surgido en los últimos años una gran cantidad de pequeñas empresas con una desconcertante variedad de nuevos productos y compitiendo todos ellos en un mal definido mercado nacional que no parece responder a ningún tipo de estrategia clara<sup>51</sup>. El mayor volumen del sector chino de UAS está compuesto por una industria de prototipos, existiendo escasos guiños de lo que pudiera constituir programas reales de índole nacional, siendo

---

<sup>49</sup> Fein (2012)

<sup>50</sup> Claros ejemplos del grado de ambición chino lo constituyen el COMAC C919, un proyecto de avión de transporte comercial que partiendo desde cero pretende constituirse en competencia directa del Airbus A-220 y del Boeing 737, o el número de programas en marcha de aviones de combate que incluyen al menos el avión de combate multirrole Chengdu J-10B, el caza de superioridad aérea Shenyang J-11BS, el avión de combate embarcado Shenyang J-15 o el demostrador de caza de quinta generación Chengdu J-20.

<sup>51</sup> Hewson (2012), p.1

---

además incierto el estado real de los mismos. En cualquier caso los prototipos que se han hecho públicos, revelan un gran nivel de innovación, con diseños rompedores y sorprendentes en múltiples aspectos.

Las razones para que China se encuentre aún lejos de los países de cabeza en lo que se refiere a producción de UAS obedecen en primer lugar a la prioridad absoluta asignada por el Ejército Popular de Liberación a la reducción de la diferencia tecnológica existente respecto a otros países (y muy especialmente EE.UU) en fuerzas convencionales, lo que se traduce en un esfuerzo en desarrollo de sistemas principales terrestres, navales y aéreos, o lo que es lo mismo, vehículos blindados, buques de guerra y aviones de combate.

La segunda razón hay que buscarla en la ausencia de China en los teatros de operaciones de Balcanes y, muy especialmente Iraq y Afganistán, en los que los UAS han demostrado su eficacia en campañas asimétricas, y han conducido a un replanteamiento de la doctrina contra-insurgencia y a un masivo desarrollo de plataformas no tripuladas y conceptos de empleo para las mismas. Pese a que China ha seguido con interés los avances realizados en el terreno, aún carece de la invaluable experiencia real en operaciones, que es la que impulsa de manera definitiva el desarrollo de sistemas y de doctrina de uso.

No obstante, hay que decir que el tipo de conflicto en el que se han usado hasta ahora los UAS, tiene poca relevancia dentro de las prioridades chinas. Llevar a cabo operaciones de CAS<sup>52</sup> contra fuerzas irregulares en un espacio aéreo completamente dominado, no tiene mucho que ver con los escenarios contemplados por China, cuya estrategia se centra en Taiwán y en el Pacífico, y donde los UAS que operaran debieran ser de gran tamaño y persistencia y capaces de sobrevivir en escenarios de alta amenaza antiaérea<sup>53</sup>.

---

<sup>52</sup> *Close Air Support*, acción de ataque aéreo contra fuerzas terrestres que se encuentran en las proximidades o en contacto con las fuerzas propias.

<sup>53</sup> Hewson (2012), p.2

---

La India por su parte, tras años adquiriendo y operando UAS de origen israelí, ha iniciado recientemente un programa propio de desarrollo, que incluye programas nano, micro y mini y cuenta con la plataforma táctica Nishant y la MALE/HALE Rustom como productos estrella<sup>54</sup>.

El resto de países productores de la región basan sus programas nacionales en desarrollos de UAS Clase I, excepción hecha de Corea del Sur y Singapur, el primero con muchos años ya de experiencia en la operación de UAS. Ambos países poseen ambiciosos y avanzados programas de desarrollo de este tipo de sistemas, con producción propia de plataformas tipo micro y mini, tácticas e incluso operacionales y estratégicas tipo MALE y HALE respectivamente.

En la región del Pacífico Central, tanto Australia como Nueva Zelanda poseen industria propia capaz de desarrollo de UAS. Australia ha centrado su programa en desarrollo de sistemas Clase I y II, mientras que Nueva Zelanda posee ya una sólida experiencia en diseño y desarrollo de UAS avanzados tipo Clase III.

En Oriente Próximo y Asia Central, Israel ostenta una posición claramente dominante, basada en más de cuarenta años de experiencia en la operación y desarrollo de UAS y una enorme flota de plataformas no tripuladas, que se calcula que podría sumar la mitad de horas de vuelo de todas sus fuerzas aéreas. Israel es un líder mundial en la exportación de plataformas no tripuladas con numerosas familias de sistemas que abarcan todo el espectro de sistemas y misiones, contando con varias cooperaciones comerciales en diversas partes del mundo.

El hecho de que se haya acrecentado la tensión en la zona, ha provocado que otros países como Irán o Turquía hayan creado su propia capacidad nacional, abriendo varias líneas de producción para UCAV y sistemas ISR de corto, largo y medio alcance<sup>55</sup>.

---

<sup>54</sup> Maple (2012 a), p.8

<sup>55</sup> Maple (2012 a), p.9



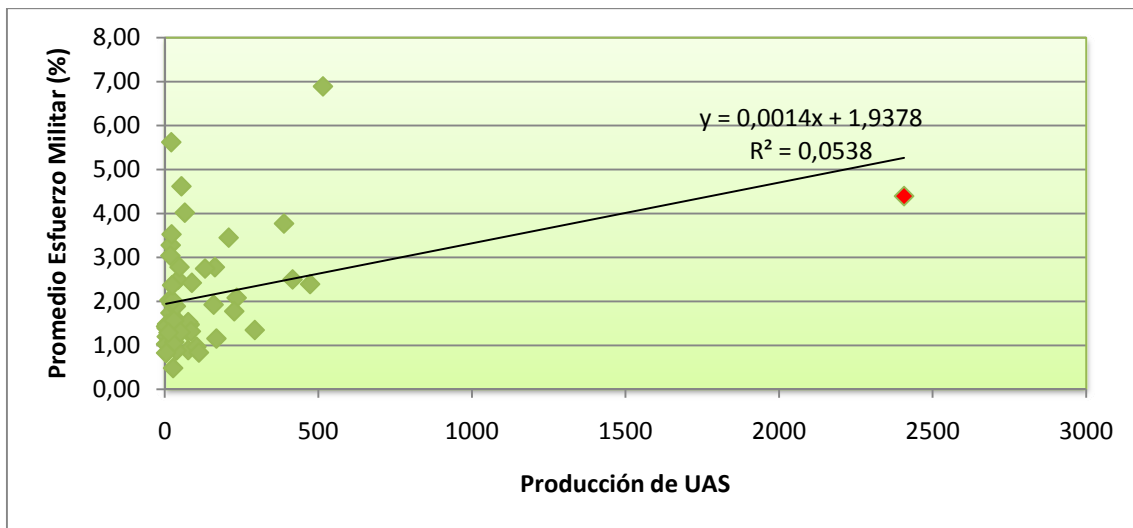
Por último, América Latina y África continúan siendo regiones de escasa producción en el terreno de UAS. En la primera, únicamente Argentina y Brasil han impulsado un programa nacional de suficiente entidad que incluye sistemas HALE o MALE. En África, por su parte, Sudáfrica es prácticamente el único país con capacidad de desarrollo de plataformas no tripuladas, siendo un país pionero en la producción de estos sistemas y manteniendo ya desde hace años un completo programa que incluye una amplia variedad de UAS diferentes.

#### **4.2. FACTORES INFLUYENTES EN LA PRODUCCIÓN DE UAS**

Hemos visto a lo largo del trabajo que los UAS son un producto sofisticado, con una producción centrada fundamentalmente por ahora en el sector militar y cuyo diseño y desarrollo requiere notables inversiones económicas. Parece por tanto lógico presuponer que la producción de los mismos irá ligada directamente a factores como el nivel tecnológico, gasto militar o PIB de cada país. Este punto tratará de determinar si la referida hipótesis es acertada y efectivamente existe una relación directa entre estos factores y la producción de UAS.

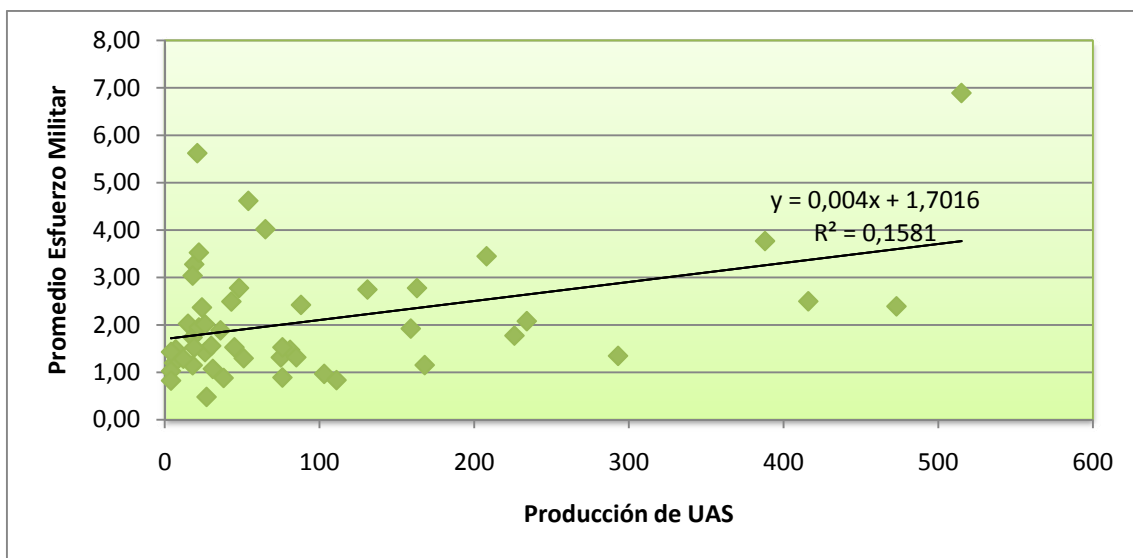
A la hora de afrontar este estudio debemos tener en cuenta que el hecho de que la producción de UAS por parte de EE.UU. sea abrumadoramente superior a la del resto de países, distorsiona completamente los resultados obtenidos. Los dos siguientes gráficos que representan la relación entre producción de UAS entre el 2006 y 2011 y el esfuerzo militar durante el mismo periodo ilustran como la producción de EE.UU constituye un *outlier*, o dato que se aleja fuertemente de la media muestral.

**Gráfico 10: Relación entre producción de UAS y esfuerzo militar 2006-2011 (incluido EE.UU.)**



**Fuente:** Elaboración propia. Datos extraídos de UVS Internacional y Banco Mundial.

**Gráfico 11: Relación entre producción de UAS y esfuerzo militar 2006-2011 (excluido EE.UU.)**



**Fuente:** Elaboración propia. Datos extraídos de UVS Internacional y Banco Mundial.

Resulta evidente como la inclusión de EE.UU. en el gráfico 10 (su dato está en rojo) distorsiona notablemente el resultado del estudio, no ya únicamente en lo relativo a los valores de la función resultante y de  $R^2$ , sino la misma representación gráfica y en la interpretación visual e intuitiva del mismo.

---

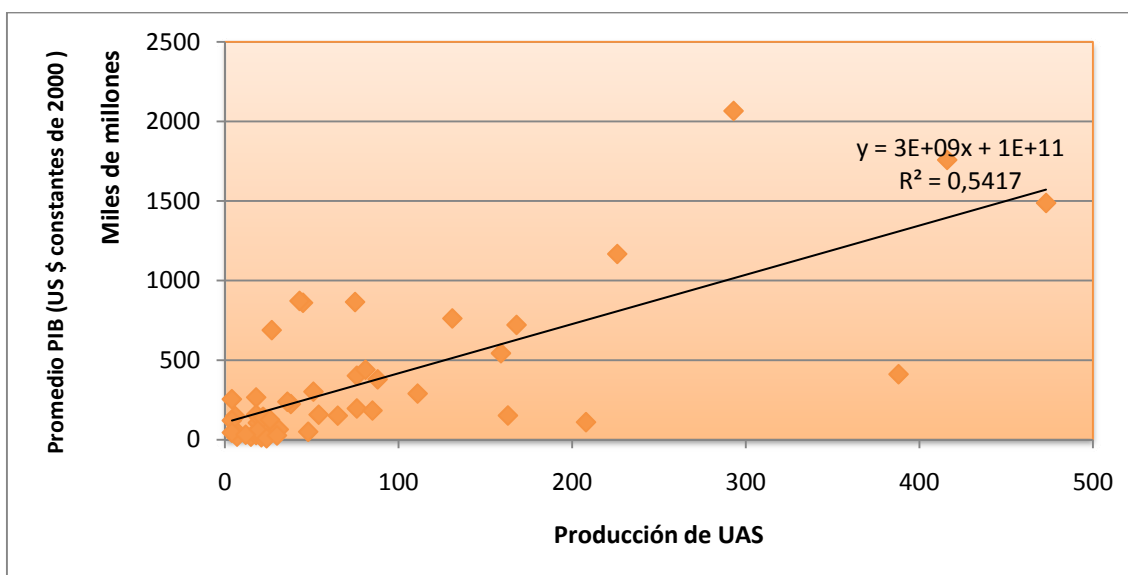
Ello nos ha llevado a extraer del estudio a EE.UU, como en el caso del gráfico 11, y en casos concretos a otros países cuyas circunstancias particulares los hacen una excepción a la tónica general de comportamiento.

Del estudio del mercado mundial de UAS, parece deducirse que la producción de UAS requiere una sólida base industrial y tecnológica y un apropiado potencial económico que permita hacer frente a los costes de diseño, desarrollo y producción. También parece evidente la relación entre UAS y el gasto en defensa, dado el empleo mayoritariamente militar que se da hoy en día a estos sistemas.

En consecuencia, podríamos establecer la hipótesis de que la producción de UAS está directamente ligada a unos determinados factores del país productor:

- PIB, como elemento más característico del potencial económico.
- Stock tecnológico, como elemento representativo del nivel tecnológico y de innovación.
- Gasto militar.

Para corroborar la primera de estas, hipótesis compararemos la producción total de UAS por modelos a lo largo del periodo 2006-2011 y el PIB de los países productores durante el mismo periodo. El resultado obtenido (gráfico 12) parece indicar que efectivamente existe una sólida relación entre ambos factores, con un  $R^2$  superior a un 50%, consecuencia de lo cual podemos concluir que el poseer un producto interior bruto elevado constituye una factor que influye de manera directa en la producción de UAS.

Gráfico 12: Relación entre producción de UAS y PIB<sup>56</sup>

Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos de UVS Internacional y Banco Mundial.

Una vez verificada la primera de las hipótesis planteada en el sentido de que efectivamente existe una relación directa entre el producto interior bruto de un país y su capacidad para desarrollar nuevos UAS, para ratificar o no la segunda, formulada sobre la influencia del nivel tecnológico del país sobre la producción de UAS, emplearemos el concepto de stock de capital tecnológico propuesto por Fernández Rodríguez-Labordeta y Giménez<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> En esta comparativa se ha excluido, además de EE.UU., a China e Israel, al primero por no ser representativos del comportamiento general de los países productores (ver apartado 5 de este trabajo). China posee, por razones ya explicadas, una producción de UAS muy inferior a lo que pudiera derivarse de su PIB, mientras que Israel presenta un comportamiento opuesto, simultaneando una gran producción de UAS con un PIB moderado.

<sup>57</sup> En Fernández Rodríguez-Labordeta y Giménez (2012), el stock de capital inicial es calculado a partir de la ecuación:

$$R_{2000} = E_{1999} / (g + \delta)$$

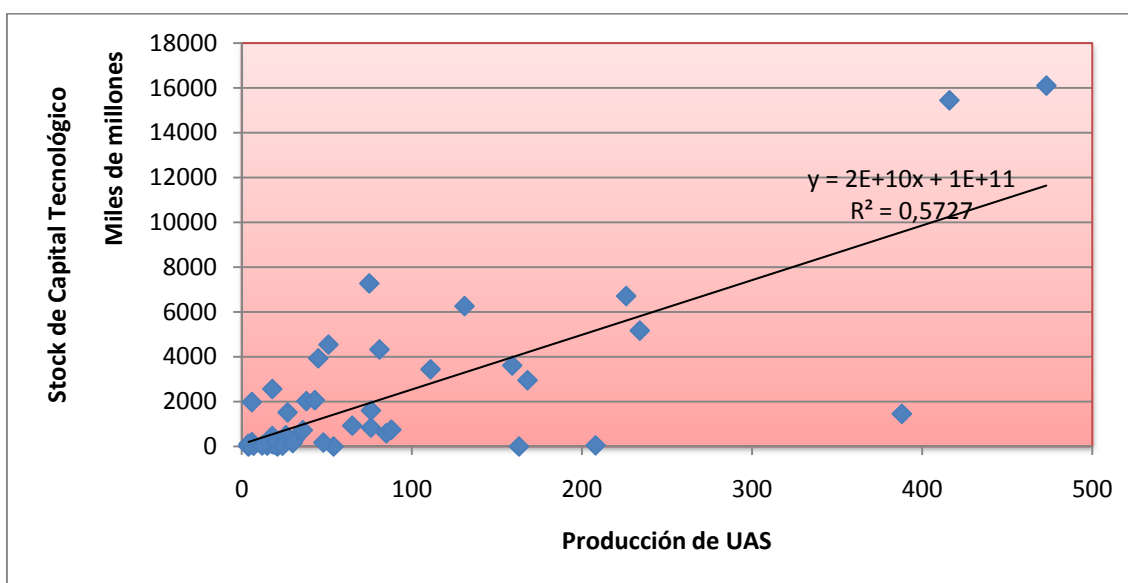
Siendo:

- $R_{2000}$  = stock tecnológico en el año 2000
- $E_{1999}$  = gasto de I+D en el año 1999
- $g$  = tasa media anual acumulativa de los gastos en I+D para el periodo 2000-2011
- $\delta$  = tasa de depreciación del stock tecnológico, que se considerará del 15%

La estimación de esta variable se realizó para toda la muestra de países disponibles, haciendo uso de los gastos en I+D para hallar el stock de capital tecnológico en términos absolutos. Una vez calculado este, se relativiza dividiendo para la población de cada uno de los países. Para aquellos casos en los que no se dispuso de información sobre el gasto en I+D en 1999 se utilizaron los datos para el año más cercano, considerando un margen máximo de 2 años desde 1997 hasta 2001.

El desarrollo de un UAS supone poseer suficiente capacidad tecnológica en diferentes áreas: aviónica, aerodinámica, sistemas de comunicaciones o equipos EO. ¿Qué relación existe entonces entre la producción de estos sistemas y el nivel tecnológico de estos países? La comparación cuantitativa entre el ya mencionado stock de capital tecnológico y la producción total de modelos de UAS entre 2006 y 2011 (gráfico 13) nos confirma que efectivamente ambos factores mantienen una estrecha relación, incluso mayor que la obtenida para el PIB, mostrándose una tendencia a poseer un mayor número de desarrollos de UAS propios aquellos países con un mayor capital de stock tecnológico.

**Gráfico 13: Relación entre producción de UAS y stock de capital tecnológico**<sup>58</sup>



**Fuente:** Elaboración propia. Datos extraídos de UVS Internacional y Fernández y Giménez (2012).

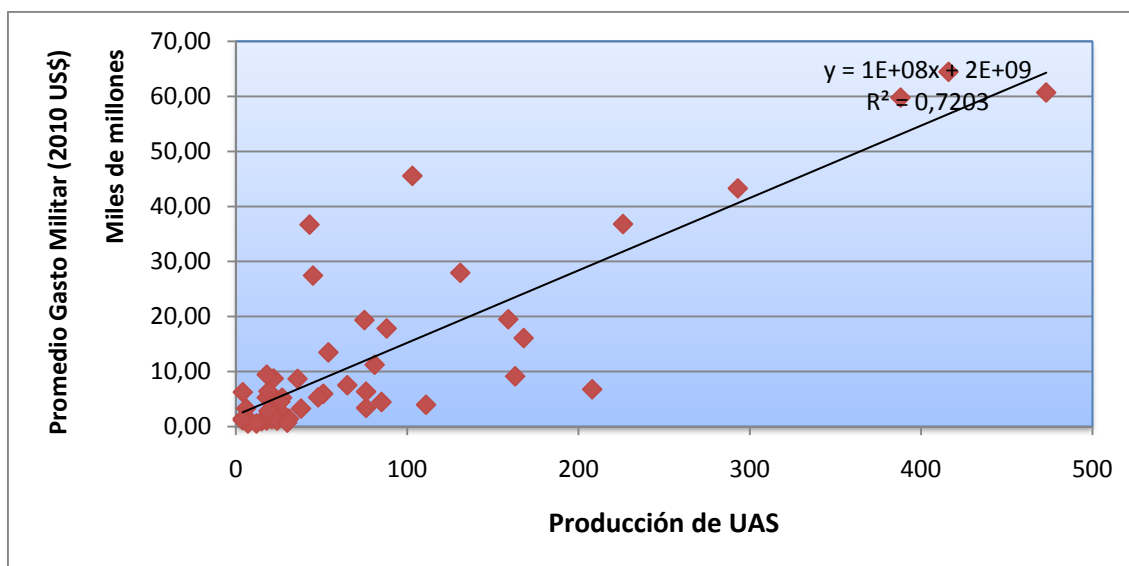
Finalmente, queda por confirmar la tercera hipótesis relativa a supuesta relación existente entre producción de UAS y gasto militar.

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, la mayoría de UAS desarrollados a día de hoy, están orientados hacia usos y mercados básicamente militares.

<sup>58</sup> En esta comparación, además de EE.UU., se ha excluido Israel, por su desproporcionada producción de UAS, y Japón y Alemania, cuyo gran stock de capital tecnológico distorsiona un estudio armónico del resto de países productores.

Por tanto, parece lógico suponer la relación directa entre ambos factores. Sin embargo, si atendemos los resultados representados en los gráficos 10 y 11, deducimos que no podemos considerar de ninguna manera el esfuerzo militar<sup>59</sup> como un factor determinante a la hora de influir en la producción de UAS de un país. ¿Ocurre lo mismo con el gasto militar en términos absolutos? Como podemos ver en el gráfico 14, el comportamiento es radicalmente opuesto. Mientras que para el esfuerzo militar el  $R^2$  resultante de la función derivada del gráfico de dispersión apenas llega al 15%, en el caso del gasto militar supera holgadamente el 70%. La conclusión es obvia, de todas las magnitudes estudiadas, el gasto militar es la más determinante a la hora de establecer paralelismo con la producción de UAS, existiendo una relación directa entre ambos factores.

**Gráfico 14: Relación entre producción de UAS y gasto militar<sup>60</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia. Datos extraídos de UVS Internacional y Banco Mundial.

<sup>59</sup> Relación entre gasto militar y PIB del país.

<sup>60</sup> En este caso se han excluido, además de EE.UU.

## **5. UAS, UNA MIRADA HACIA EL FUTURO**

### **5.1. PERSPECTIVAS DE MERCADO PARA LOS UAS**

A lo largo de esta última década, el de los UAS ha sido uno de los sectores más dinámicos de los que conforman el mercado aeronáutico. Son numerosos los estudios realizados sobre posibles tendencias para los próximos años, pero todos ellos coinciden en unas claras expectativas de crecimiento.

Así, Frost & Sullivan estima que en el periodo 2011-2020 el mercado puede experimentar un aumento de más del 60%, pasando de los 4.550 M\$ generados en el 2010 a unos 7.310 M\$ en 2020<sup>61</sup>, lo que supondría un volumen total de ingresos de 61.370 M\$, mientras que iCD Research rebaja esta previsión, dejando el incremento del mercado en un 42%.

Considerablemente más optimista resulta el informe elaborado por Global Industry Analyst Inc., según el cual en el mismo periodo el mercado de UAS experimentaría un crecimiento superior al 91%, pasando de 5.900 a 11.300 M\$<sup>62</sup>.

Por su parte el más reciente estudio elaborado por Teal Group, prevé entre los años 2013 y 2022 un crecimiento superior al 71%, con una estimación total de volumen de mercado de 60.575 M\$<sup>63</sup>.

Durante UNVEX 12, el mayor evento de UAS que se realiza en España, el analista senior de IHS Jane's Derrick Maple vaticinaba que el mercado mundial de los sistemas aéreos no tripulados iba a seguir creciendo a un ritmo del 5,5% anual durante los próximos años<sup>64</sup>.

También la industria maneja datos que indican el potencial del sector. De acuerdo a datos proporcionados por EADS a este autor, la multinacional estima en un horizonte

---

<sup>61</sup> Arjunraja (2011)

<sup>62</sup> GIA (2011)

<sup>63</sup> Zaloga, Rockwell y Finnegan, (2012)

<sup>64</sup> UNVEX 12, Nota de prensa <<http://www.unvex12.com/mercado-sistemas-no-tripulados.php>>

---

de 15 años ventas superiores a los 10.000 M€, toda vez que se consoliden ciertos tipos de proyectos como el MALE europeo o nuevos sistemas de tipo UCAV<sup>65</sup>.

Pese a las diferencias en cifras concretas, todos los estudios e informes consultados coinciden en varios aspectos.

Uno de ellos es el evidente papel protagonista que Estados Unidos, que actualmente aglutina el 58% del mercado mundial, seguirá jugando en este sector. Pese a los recortes en defensa, EE.UU. aglutinará a lo largo del periodo 2013-2022 un porcentaje alrededor del 60% del total de la inversión en I+D en UAS y del 55% de las ventas<sup>66</sup>.

Tras Estados Unidos, Asia-Pacífico representará el mercado más importante, seguido de cerca por Europa. África y América Latina seguirán jugando un papel modesto, con la excepción de Brasil, país que junto a otros como Rusia, China o India cobrará progresivamente mayor protagonismo en el sector.

En lo que a categorías se refiere, los UAS tipo MALE aglutinarán la mayor proporción del gasto realizado en la totalidad del sector, previéndose una intensa competencia en Europa por adjudicarse los contratos resultantes una vez que los países vayan abandonando las soluciones interinas adoptadas hasta entonces. Habida cuenta que son muchos los países que no pueden permitirse el contar con UAS tipo HALE, existe una importante oportunidad de mercado para sistemas con capacidades intermedias entre ambas categorías. También será destacable la implementación de nuevas tecnologías en los UAS, como pueden ser su alimentación mediante energía solar o la furtividad, más conocida por *stealth*<sup>67</sup>, así como avanzar en la interoperabilidad de los sistemas, su modularidad, persistencia y supervivencia en entornos hostiles.

---

<sup>65</sup> *Unmanned Combat Aerial Vehicle*

<sup>66</sup> Zaloga, Rockwell y Finnegan, (2012)

<sup>67</sup> La tecnología *stealth* se basa en la combinación de varias técnicas encaminadas a hacer a una aeronave difícilmente detectable por los sistemas de defensa aérea. El empleo de materiales absorbentes o de formas capaces de dispersar la energía contenida en los pulsos radar o difusores de firma infrarroja, son algunas de estas técnicas.



---

En cuanto a cargas de pago, los estudios coinciden en que este va a ser un área importante de innovación, con especial incidencia en el desarrollo de nuevos sensores electro-ópticos/infrarrojos (EO/IR) de gran ángulo, radares de apertura sintética<sup>68</sup> y sistemas SIGINT<sup>69</sup>/EW.

Con respecto a las compañías fabricantes, Philip Finnegan, uno de los autores del estudio de Teal Group sostiene que el mercado de UAS seguirá siendo una de las principales áreas de crecimiento para las industrias de defensa y aeroespaciales. Pequeñas compañías podrán seguir compitiendo con éxito frente a los gigantes del sector, como AAI Corp., AeroVironment o General Atomics han demostrado, aunque sí puede ocurrir que empresas menores sean absorbidas por otras de mayor entidad.

No obstante existe una gran incertidumbre sobre como la crisis económica mundial actual y su repercusión sobre los presupuestos de defensa pueda afectar en un futuro próximo a un mercado como este tan dependiente todavía de la demanda militar.

Lo cierto es que pese a que Estados Unidos mantiene su decidida apuesta por los UAS, aumentando año a año su presupuesto para I+D<sup>70</sup> o adquisición<sup>71</sup> de estos sistemas, muchos otros países se han visto obligados a retrasar o incluso cancelar diferentes programas. El aumento de alianzas estratégicas entre corporaciones, o el desarrollo de programas multinacionales parecen herramientas lógicas y eficaces ante esta situación.

---

<sup>68</sup> Los radares de apertura sintética son sensores activos que emitiendo en el intervalo de frecuencia de microondas proporcionan imágenes de alta resolución con independencia de la existencia o no de luz ambiental y en cualquier condición atmosférica. También pueden captar imágenes penetrando el follaje de los árboles u otros tipos de camuflaje.

<sup>69</sup> *SIGnals INTelligence*, tipo específico de inteligencia técnica que se elabora a partir de la obtención y el procesamiento de datos provenientes de la detección, interceptación y descifrado de señales y transmisiones de cualquier clase.

<sup>70</sup> De los 200 M\$ gastados en I+D y adquisiciones el año 2001, se pasó a 4.300 en el 2010, teniendo previsto incrementarse hasta los 5.900 en el 2018.

<sup>71</sup> De acuerdo con el *Aircraft Procurement Plan – Fiscal Years 2012-2041* del Departamento de Defensa, EE.UU. tiene la intención de pasar de los aproximadamente 340 UAS de tipo MALE y HALE con los que contaba en 2011, a 650 para el año 2021. Hay que tener en cuenta que este aumento no es solo cuantitativo sino también cualitativo, ya que el plan contempla la mejora de sus sensores y la sustitución progresiva del MQ-1 *Predator* por el mucho más capaz y moderno MQ-9 *Reaper*.

---

En cualquier caso, creemos que existen varios factores que pueden contribuir a que la incidencia de la crisis sobre el mercado de UAS sea menor de lo esperado:

- Los UAS han probado sobradamente su eficacia y valor en los conflictos de Iraq y Afganistán. Su adquisición y mantenimiento seguirá siendo una prioridad para todos aquellos países que pretendan mantener o consolidar una posición militar de supremacía.
- Los UAS suponen un componente vital dentro de la estrategia militar de EE.UU. y otros países occidentales basada en la superioridad tecnológica sobre el adversario, así como en la reducción de riesgos para el personal militar propio. En un potencial conflicto con Irán o Corea del Norte, la flota estadounidense de UAS sería un elemento de incalculable valor estratégico.
- Cada vez existe una mayor cantidad de cargas de pago, y éstas quedan obsoletas rápidamente. La modernización de las mismas y la adquisición de otras con nuevas capacidades será una constante en los próximos años y un elemento dinamizados del mercado.
- Las necesidades en mantenimiento, apoyo o entrenamiento van a continuar e incluso crecer a un ritmo superior al de adquisición de nuevos sistemas, según la flota vaya aumentando y envejeciendo, y exista una mayor cantidad de personal con requerimientos de reentrenamiento, cualificación o reciclaje.

## 5.2. RETOS FUTUROS

Hemos visto como todas las perspectivas de mercado para los UAS en los próximos años son realmente optimistas y vaticinan un crecimiento continuo del mismo.

No obstante, en opinión del autor, en los próximos años, y muy especialmente tras la prevista retirada de tropas internacionales del teatro de operaciones de Afganistán, el mercado de las mismas va a encontrarse en una encrucijada. La operación segura de

los UAS, y su expansión al mundo civil, pasan por la resolución de un número de problemas que actualmente constriñen de manera definitiva su empleo fuera del ámbito militar. La superación o no de estas limitaciones desembocará en una decisiva explosión del mercado de los UAS hacia aplicaciones comerciales o por el contrario a la mera existencia de un sistema de armas de carácter básicamente militar con unas muy escasas y limitadas aplicaciones fuera del mismo.

Los factores identificados han sido:

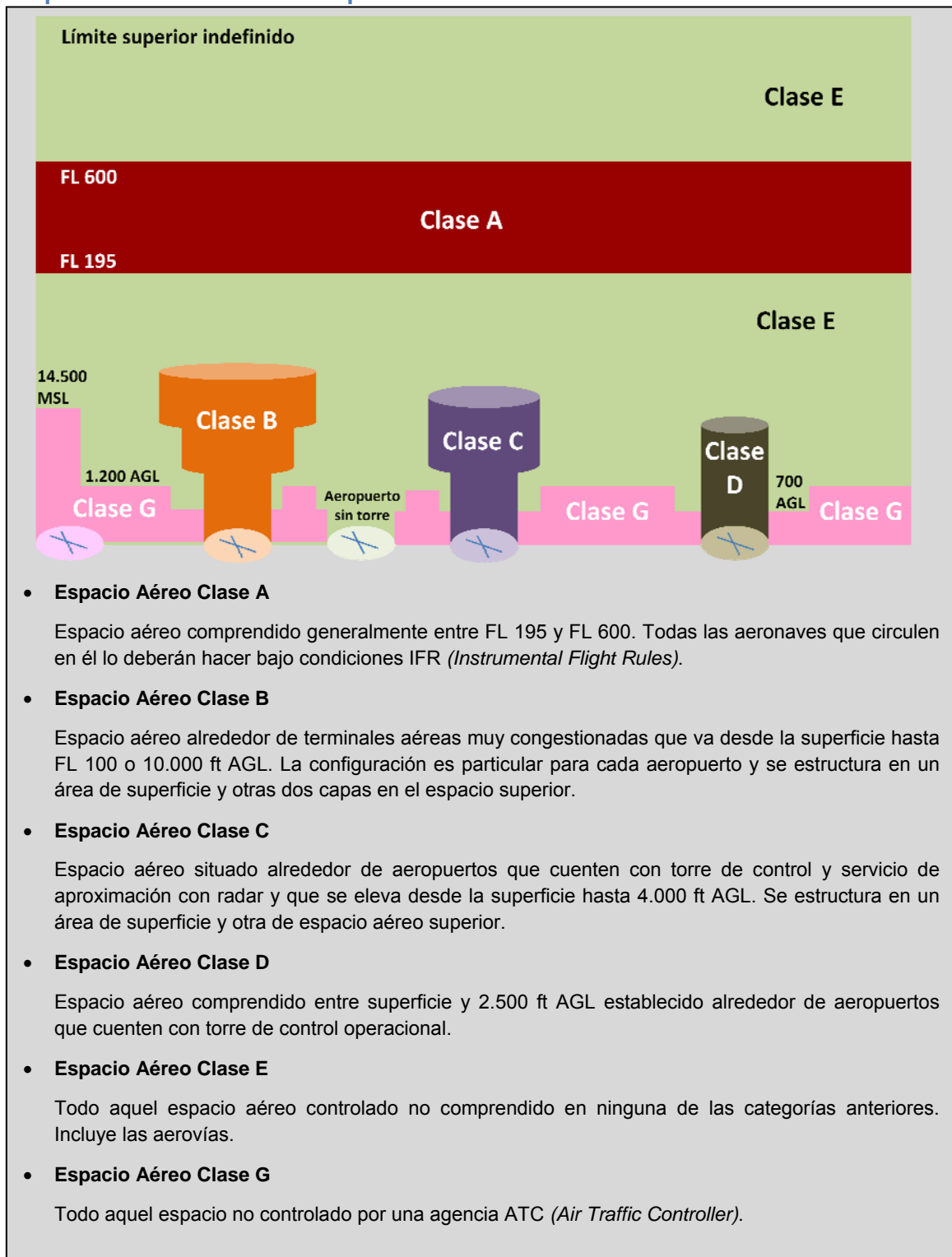
- La integración de los UAS en el espacio aéreo de uso general.
- La disponibilidad del espectro electromagnético.
- La interoperabilidad de los UAS.
- La dispersión de esfuerzos.

La superación de estos retos supondrá un enorme desafío para la industria, autoridades reguladoras y para los propios usuarios, pero sin duda alguna, de culminarse con éxito, contribuirá de forma decisiva a que los UAS den el paso definitivo para constituirse en el siguiente hito en la historia de la aviación.

#### **5.2.1. Integración en el espacio aéreo general**

Los UAS deben operar por lo general en un espacio aéreo cuya estructura gestión y control están diseñados para acoger aeronaves tripuladas. Sin embargo, y al no existir con carácter general una normativa que regule y armonice dicha integración, los UAS están volando en lo que se denomina espacio aéreo segregado, el cual es un volumen aéreo de dimensiones definidas, activado mediante una reserva específica y que es separado del espacio aéreo controlado, prohibiendo o restringiendo en el mismo el vuelo de otras aeronaves. El siguiente cuadro muestra un resumen de cuál es la estructura y compartimentación del espacio aéreo.

### Esquema 1: Estructura del Espacio Aéreo



Como se puede observar en el cuadro 1, el hecho de que los UAS deban volar fuera del espacio aéreo controlado limita de manera definitiva la operativa de estos, ya que limita su uso a áreas concretas segregadas, e impide el normal tránsito de la aeronave desde la zona de despegue hasta aquella otra en la que debe llevar a cabo su

---

cometido. Todo ello teniendo en cuenta que determinados UAS de larga persistencia pueden requerir el sobrevuelo de diferentes países, los cuales son soberanos a la hora de segregar su propio espacio aéreo y de conceder autorizaciones de sobrevuelo.

Por tanto, si los UAS van a ser usuarios importantes de este espacio aéreo, deben integrarse en el mismo con un nivel de seguridad equivalente al que ofrecen las plataformas con piloto a bordo, y ello debe producirse cumpliendo tres condiciones diferentes<sup>72</sup>:

- La operación de UAS no debe traducirse en un incremento del riesgo para otros usuarios del espacio aéreo.
- Los procedimientos de control aéreo deben ser idénticos a los que se aplican a una aeronave tripulada.
- La provisión de servicios de tránsito aéreo a los UAS debe ser transparente para los controladores.

Se puede afirmar sin ningún género de dudas, que esta limitación en el uso del espacio aéreo general supone el mayor obstáculo existente en el futuro inmediato de los UAS, y el reto de mayor complejidad que se debe superar para asegurar una exitosa evolución del mercado. El presidente de Estados Unidos Barack Obama firmó el pasado 14 de febrero el último proyecto de ley de la FAA<sup>73</sup>, el cual incluye la previsión de la integración de los UAS en el espacio aéreo general. Yendo más allá, el Congreso de EE.UU. ha fijado el 30 de septiembre de 2015 como fecha límite para que se haya producido la plena integración de los UAS en el espacio aéreo norteamericano.

La consecución de esta integración en el espacio aéreo general pasa por solventar tres desafíos fundamentales: la certificación de la aeronavegabilidad del sistema, el cumplimiento de las reglas del aire y la cualificación del personal de operación y

---

<sup>72</sup> Cary y Coyne (2011), p.113

<sup>73</sup> *Federal Aviation Administration*

mantenimiento del UAS<sup>74</sup>, que se corresponden en definitiva con los tres pilares en los que se basa la seguridad en la aviación.

### Esquema 2: Seguridad en la aviación



Fuente: Elaboración propia

#### - **Certificación de la aeronavegabilidad**

Para abordar este punto, sería necesario definir qué entendemos por aeronavegabilidad, pudiendo definir ésta como "calidad de una aeronave para operar

<sup>74</sup> Sánchez (2012), p.19

---

en tierra o en vuelo sin daños significativos a otros usuarios del espacio aéreo o a terceros<sup>75</sup>”.

El proceso de certificación de aeronavegabilidad se lleva a cabo de acuerdo a lo señalado en la normativa desarrollada al efecto. En el caso de aeronaves tripuladas este cuerpo normativo está constituido por las normas CS<sup>76</sup> de EASA<sup>77</sup> en Europa y FAR<sup>78</sup> de la FAA en Estados Unidos.

Los certificados de aeronavegabilidad están concebidos para asegurar que las aeronaves son diseñadas, fabricadas y mantenidas bajo unos estándares conducentes a minimizar cualquier factor de riesgo a tripulantes, pasaje y a otro personal o bienes ajenos, siendo expedidos por las autoridades competentes dentro de cada país<sup>79</sup>. Al basarse normalmente en uno de los referentes normativos ya citados (CS o FAR), este certificado es aceptado internacionalmente, lo que permite a la aeronave operar en otros espacios aéreos además del perteneciente a la nación certificadora.

El problema radica en que a diferencia de lo que ocurre para las tripuladas, no existe un cuerpo de normas equivalente que regule el proceso de certificación de un UAS. A ello hay que añadir que no se trata de una plataforma aérea en el que todos sus subsistemas se hallan embarcados en la propia aeronave, sino que se trata de un “sistema de sistemas<sup>80</sup>”, en los que habrá que demostrar y certificar la fiabilidad de la propia plataforma, del segmento terrestre y del módulo de comunicaciones.

Los estudios llevados a cabo en diferentes foros concluyeron en la necesidad de no crear unas nuevas normas específicas para UAS, sino modificar las existentes, complementándolas con el establecimiento de requisitos adicionales específicos.

---

<sup>75</sup> Carrasco (2009), p.37

<sup>76</sup> *Certification Specification*

<sup>77</sup> *European Aviation Safety Agency*

<sup>78</sup> *Federal Aviation Regulation*

<sup>79</sup> En España la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, señala que las autoridades competentes para la expedición del certificado de aeronavegabilidad son el Ministerio de Fomento para aeronaves civiles y el Director General de Armamento y Material (DIGAM) en el ámbito de aeronaves militares.

<sup>80</sup> Carrasco (2009), p.37 y Sánchez (2012), p.19

---

Adiá de hoy, el código de aeronavegabilidad más consolidado lo constituye el STANAG<sup>81</sup> 4671-USAR (*UAV Systems Airworthiness Requirements*) basado en la norma CS-23 de la EASA, y desarrollado en el marco del grupo FINAS<sup>82</sup> dentro del JCGUAV<sup>83</sup> de OTAN.

#### - **Cumplimiento de las reglas del aire**

Dentro del espacio aéreo las aeronaves se separan unas de otras en el tiempo, en altura y en separación lateral. Las reglas del aire están concebidas para garantizar dicha separación, y permitir así la operación segura de diferentes aeronaves en un mismo espacio aéreo.

El piloto constituye el último eslabón en la cadena de seguridad, estando bajo su mano la toma de decisiones pertinentes ante cualquier contingencia que suponga un peligro para la aeronave. En definitiva el piloto de un avión tiene la última responsabilidad de ver a otros aviones y evitar la colisión. En el caso de los UAS deben desarrollarse las tecnologías precisas que suplan la ausencia de piloto en la cabina sin que por ello disminuya el nivel de seguridad. Podemos distinguir dos áreas distintas en las que se deben desarrollar las tecnologías adecuadas que sustituyan las funcionalidades del piloto: capacidad de ver/detectar y evitar (S&A<sup>84</sup>) y capacidad de mando y control.

- Tecnologías S&A

Como ya hemos dicho, el piloto de un avión tiene la última responsabilidad de ver a otros aviones y maniobrar para evitar la colisión. En los UAS se debe contar con un medio que realice estas tareas y mantenga la separación con otras aeronaves con un nivel de seguridad equivalente.

Un sistema S&A debe cumplir nuevamente con los mismos estándares de seguridad que se requiere para una aeronave tripulada, alertando al operador

---

<sup>81</sup> *STANdarization AGreement*, documento OTAN de normalización.

<sup>82</sup> *Flight In Non segregated Air Space*.

<sup>83</sup> *Joint Capability Group on UAV*.

<sup>84</sup> *Sense & Avoid*.



---

de peligros potenciales de colisión con el tiempo suficiente para que este pueda reaccionar y llevar a cabo las acciones evasivas adecuadas y todo ello cumpliendo con los márgenes de error establecidos. Este sistema incluso debiera tener la capacidad de actuar automáticamente ante un posible fallo de comunicaciones entre la plataforma y la estación de control. En definitiva, un sistema S&A debe ser capaz de detectar los tráficos aéreos que puedan suponer un peligro potencial de colisión, evaluar su trayectoria, determinar el derecho de paso y maniobrar en consecuencia con la suficiente antelación para mantener los márgenes de seguridad establecidos.

- Tecnologías de mando y control

La necesaria mejora en el mando y control que garantice una operación segura de los UAS pasa por dos aspectos, por una parte asegurar el enlace entre el operador en tierra y la plataforma aérea, y por otra disminuir los tiempos de latencia en dicha comunicación.

Respecto a asegurar el enlace, se deben desarrollar las tecnologías que proporcionen una robustez suficiente del mismo. Un corte en la misma, algo que no es infrecuente si se trata de enlace BLOS, no puede ocasionar que el UAV no lleve a cabo las maniobras ordenadas por la agencia de control o que la plataforma se convierta en un objeto volante sin control en medio de un espacio aéreo empleado por otras aeronaves. Redundancia en los equipos de comunicaciones, desarrollo de automatismos de vuelo y empleo de comunicaciones seguras cifradas son algunos de los aspectos en los que se deben desarrollar tecnologías adecuadas o mejorar las existentes.

Pero no es menos importante disminuir los tiempos de latencia en las comunicaciones entre el UAV y su operador, tiempos que pueden suponer varios segundos en el caso de enlaces BLOS. Hay que tener en cuenta que el

---

tiempo de respuesta entre la acción de “ver” y la de “evitar” para el piloto de una aeronave tripulada varía entre 10 y 12,5 segundos<sup>85</sup>, a lo que habría que sumarle estos tiempos de latencia. Resulta necesario por tanto reducir este retardo en comunicaciones para disminuir los tiempos de respuesta de la plataforma ante una potencial colisión.

#### - **Cualificación del personal**

La normativa de referencia para cualificación de tripulaciones y personal de mantenimiento de las aeronaves tripuladas la constituye las JAR-FCL<sup>86</sup> en Europa y la 14 CFR<sup>87</sup> en EE.UU.

Estas normativas definen unos estándares de conocimiento, asegurando que tanto pilotos como personal de mantenimiento son instruidos de manera adecuada bajo la supervisión de una autoridad competente para ello, y que se mantienen actualizados mediante un programa de formación continuada también supervisado.

Nuevamente nos encontramos con un vacío legal en lo concerniente a operadores y personal de mantenimiento de los UAS. Se hace necesario desarrollar y establecer procedimientos de cualificación comunes para este personal, ya que ello les permitirá una convalidación mutua bajo unos mismos estándares de seguridad que posibilite la interacción entre diferentes usuarios y sistemas y garantice la seguridad en vuelo no ya de los propios UAS, sino del resto de usuarios del espacio aéreo.

De nuevo el mundo militar ha tomado delantera en esta área, mediante la publicación en el ámbito OTAN del STANAG 4670 “*Recommended Guidance for the Training of Designated UAV Operators*”, donde se establecen perfiles, áreas de operación y cualificación de los mismos. A nivel nacional, la Orden Ministerial 18/2012, de 16 de marzo, establece la aptitud y crea el título de Operador de Sistemas Aéreos no

---

<sup>85</sup> Fernández-Llebreg (2011), p.33

<sup>86</sup> *Joint Aviation Regulations – Flight Crew Licences.*

<sup>87</sup> *Code of Federal Regulations*

---

Tripulados para los miembros de las Fuerzas Armadas. Es de suponer que ambos documentos sirvan de base para posteriores desarrollos normativos en el ámbito civil.

### **5.2.2. Disponibilidad del espectro electromagnético**

Los UAS requieren el uso del espectro electromagnético para la transmisión de las órdenes de maniobra desde la estación de tierra a la aeronave y para el envío de los datos captados por los sensores. En áreas muy pobladas o en situaciones de combate, el espectro radioeléctrico está sobresaturado, siendo común sufrir todo tipo de interferencias. Para agravar más el problema, los UAS no tienen asignado una porción específica de espectro radioeléctrico para uso propio.

Los cambios en las asignaciones de las frecuencias deben proponerse en la *World Radio Telecommunications Conference (WRTC)* de la *International Telecommunications Union*, que tiene lugar cada cuatro años. En la del 2007 el tema de asignación de frecuencias para los UAS quedó pospuesto para ser tratado en la siguiente conferencia<sup>88</sup>, la cual tuvo lugar finalmente en febrero de 2012, y cuyos resultados aún no han sido hechos públicos.

Sin embargo, de asignarse frecuencias concretas solo se tratará de una solución parcial, ya que solo se refiere a aquellas necesarias para mando y control de los UAS, para las que ya existen diferentes propuestas tanto para LOS como BLOS. Las frecuencias necesarias para envío de datos de las cargas de pago deberán ser tratadas en futuras conferencias.

La asignación de frecuencias es un asunto de capital importancia, ya que el espectro radioeléctrico es un recurso escaso, y son muchos los *lobbies* empresariales que pujan por imponer su criterio en el reparto del mismo. En el caso de los UAS, su

---

<sup>88</sup> Resolución 421 (CMR-07) de la WRTC-2007 ([http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/oth/0C/04/R0C040000070001PDFS.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0C/04/R0C040000070001PDFS.pdf))

requerimiento de un ancho de banda concreto choca frontalmente con los intereses del sector de la telefonía móvil, que desea también ampliar su espectro de frecuencias.

En caso de que el ancho de banda disponible para uso de los UAS resulte finalmente insuficiente, esto redundaría en un obstáculo al desarrollo de aplicaciones civiles en un corto y medio plazo, y todo ello pese a los esfuerzos de la industria en aplicar novedosas técnicas de compresión de datos. Un mayor empleo de automatismos en la operación de la propia plataforma reduciría sustancialmente el flujo de datos necesarios, pero podría ser contraproducente, como se explicó en el punto anterior, a la hora de conseguir la integración del UAS en el espacio aéreo de uso general.

### **5.2.3. Interoperabilidad de los UAS**

La mayoría de UAS son propietarios y confieren poco aprovechamiento de la información obtenida por sus cargas de pago por otros sistemas. Se trata por tanto de posibilitar el uso compartido de los datos obtenidos por distintos sensores entre diferentes UAS de distintos usuarios.

OTAN ha desarrollado el STANAG 4586 "*On Standard interfaces of UAV interoperability*" en el que se establece cinco niveles distintos de interoperabilidad, y especifica los interfaces que tienen que ser implementados en cada uno de ellos. Las implicaciones de estos estándares de interoperabilidad deberán tenerse en cuenta en futuros desarrollos industriales.

### **5.2.4. Dispersión de esfuerzos**

Existe un gran número de organizaciones y grupos trabajando en el desarrollo de normativa, estándares de equipos y operaciones y regulación general de UAS. En ello

se aprecia la importancia concedida a estos nuevos sistemas y la inquietud que su empleo despierta en diferentes sectores.

Podemos encontrar grupos de trabajo promovidos por la industria aeronáutica europea (Working Group 73 de EUROCAE), por la estadounidense (SC<sup>89</sup> 203 de la RTCA), por la EASA, por la OTAN, por la EDA<sup>90</sup> o por el EAG<sup>91</sup> entre otros organismos tanto civiles como militares.

Pese, o quizás por la existencia de todos estos foros de opinión y debate, se echa en falta una cierta coordinación entre todos los actores implicados, y sobre todo la ausencia de una organización única al estilo de OACI<sup>92</sup> en el entorno de la aviación civil, la cual fije objetivos y evite duplicidades de esfuerzos.

## 6. **CONCLUSIONES**

La aparición y generalización de los UAS en estos últimos años ha supuesto una auténtica revolución para el mundo aeronáutico.

El empleo de los UAS ofrece notables ventajas frente a las aeronaves tripuladas: persistencia sobre el objetivo, libertad de diseño, optimización del recurso humano o posibilidad de asunción de mayores riesgos en su operación, son algunas de ellas.

Pese a ello, los UAS, y en consecuencia su mercado, se encuentran aún en las primeras etapas de su ciclo de vida, presentando este último grandes ratios de crecimiento y suponiendo la inversión en I+D la mayor parte del mismo.

Actualmente el empleo de los UAS se circunscribe principalmente al sector militar, llevando a cabo misiones de ISR, ataque, EW, CSAR, detección de agentes NBQR, protección de la fuerza o relé de comunicaciones. Sin embargo, es evidente la

---

<sup>89</sup> *Special Committee*

<sup>90</sup> *European Defence Agency*

<sup>91</sup> *European Air Group*

<sup>92</sup> Organización de la Aviación Civil Internacional

presencia cada vez mayor de plataformas no tripuladas en el ámbito civil, existiendo una amplia variedad de usos potenciales: seguridad pública, intervención en catástrofes y emergencias, científicos, transporte de carga o protección del medio ambiente, que hacen del mercado civil de estos sistemas un auténtico diamante en bruto.

En consecuencia, el mercado de UAS se encuentra aún claramente orientado hacia su vertiente militar, aunque se advierte en los últimos años una tendencia creciente a desarrollar sistemas de doble uso.

En cuanto a la producción de UAS, y pese a la dificultad en la obtención de datos concretos, se constata que EE.UU. ostenta, y se prevé que siga ostentando, un papel preponderante en la producción de UAS, papel más evidente cuanto mayores son los requisitos tecnológicos de los mismos. En general, esta producción está ligada a la existencia de una consistente industria aeronáutica y de defensa, aunque existen notables excepciones como China, para la que los UAS no se encuentran aún entre sus principales prioridades en lo que a desarrollo tecnológico se refiere.

Mediante el empleo de una metodología basada en la comparación de diferentes magnitudes, el trabajo concluye que la producción de UAS de un país está directamente relacionada con el PIB y nivel tecnológico del mismo, y muy especialmente con su gasto bruto en defensa, lo que supone una novedad dada la escasa literatura al respecto.

Pese al gran potencial y optimistas expectativas de mercado, es indispensable que el sector afronte con éxito determinados aspectos. La integración en el espacio aéreo de uso general con el mismo grado de seguridad que las aeronaves tripuladas constituye el principal desafío. Para lograr esta integración debe avanzarse con determinación en la certificación de la aeronavegabilidad de los sistemas, en la cualificación de personal

y en el cumplimiento de las reglas del aire, para lo que es prioritario el desarrollo de tecnologías específicas S&A y de mando y control.

Otros retos los constituyen la necesidad de disponibilidad de un espectro electromagnético propio para transmisión de órdenes de maniobra y envío de datos captados, las mejoras en la interoperabilidad de los UAS o la unificación de esfuerzos entre las diferentes organizaciones y grupos que trabajan actualmente en el desarrollo de normativa, estándares y regulación de uso.

En definitiva, las características y ventajas de los UAS están originando cambios radicales en la concepción del sector aeronáutico. El desarrollo, generalización y normalización en su uso constituye el siguiente gran hito en la historia de la aviación.

---

**ANEXO A****ACRÓNIMOS**

AGL: Above Ground Level

ATC: Air Traffic Controller

BLOS: Beyond Line of Sight

CAP: Combat Air Patrol

CAS: Close Air Support

CFR: Code of Federal Regulations

CS: Certification Specification

CSAR: Combat Search And Rescue

DIGAM: Director General de Armamento y Material

EAG: European Air Group

EASA: European Aviation Safety Agency

EDA: European Defence Agency

ELINT: Electronic Intelligence

EW: Electronic Warfare

FAA: Federal Aviation Administration

FINAS: Flight in Non-segregated Air Space

FP: Force Protection

HALE: High Altitude Long Endurance

IAI: Israel Air Industries

IFR: Instrumental Flight Rules



ISR: Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

JAPCC: Join Air Power Competence Center

JAR-FCL: Joint Aviation Regulation – Flight Crew Licenses

JCGUAV: Joint Capability Group on UAV

LOS: Line Of Sight

MALE: Medium Altitude Long Endurance

MSL: Mean Sea Level

NBQR: Nuclear, Biológico Químico y Radiológico

OACI: Organización de la Aviación Civil Internacional

PIB: Producto Interior Bruto

SAM: Surface to Air Missile

SC: Special Committee

SEAD: Suppression of Enemy Air Defences

SIGINT: SIGnals INTelligence

STANAG: STANdarization Agreement

S&A: Sense and Avoid

TTPs: Tactics, Techniques and Procedures

UAS: Unmanned (o Uninhabited) Aerial System

UAV: Unmanned Air Vehicle

UCAV: Unmanned Combat Air Vehicle

WRTC: World Radio Telecommunications Conference

## ANEXO B

**PRODUCCIÓN MUNDIAL DE UAS 2006-2011** (por modelos)

País Productor	UAS Clase I	UAS Clase II	UAS Clase III	Total UAS
Argentina	71	0	5	76
Australia	134	25	0	159
Austria	28	10	0	38
Bélgica	18	0	0	18
Brasil	36	8	1	45
Bulgaria	15	0	0	15
Canadá	69	6	0	75
Chile	13	7	0	19
China	124	80	30	234
Colombia	17	5	0	22
Croacia	14	4	0	18
Rep. Checa	17	9	0	26
Finlandia	6	0	0	6
Francia	350	95	19	473
Alemania	236	49	8	293
Grecia	12	6	0	18
Hungría	6	0	0	6
India	33	10	1	43
Indonesia	4	0	0	4
Irán	149	14	0	163
Israel	346	124	54	515
Italia	161	42	25	226
Japón	93	6	5	103
Jordania	21	0	0	21
Lituania	7	0	0	7
Malasia	15	7	0	22
Méjico	21	6	0	27
Holanda	81	0	0	81
Nueva Zelanda	21	0	12	31
Noruega	63	13	0	76
Pakistán	192	14	0	208
Filipinas	4	0	0	4
Polonia	36	0	0	36
Portugal	19	7	0	26
Rumanía	19	0	0	19
Rusia	251	100	38	388
Serbia	24	0	0	24

País Productor	UAS Clase I	UAS Clase II	UAS Clase III	Total UAS
Eslovaquia	4	0	0	4
Eslovenia	30	0	0	30
Sudáfrica	25	54	7	85
Corea del Sur	92	34	3	131
España	145	23	0	168
Suecia	35	4	12	51
Suiza	101	13	0	111
Túnez	12	0	0	12
Turquía	68	9	11	88
EAU	17	17	20	54
Reino Unido	307	76	33	416
Ucrania	36	12	0	48
EE.UU.	1403	594	403	2407

Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos de UVS International.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arjunraja Mahendran (2011), "Frost & Sullivan Military Aerial Systems Market Assessment". Frost & Sullivan. Resumen disponible en <<http://www.frost.com/sublib/display-press-release.do?searchQuery=unmanned+aerial+systems&bdata=aHR0cDovL3d3dy5mcm9zdC5jb20vc3JjaC9jYXRhbG9nLXNlYXJjaC5kbz9xdWVyeVRleHQ9dW5tYW5uZWQrYWVyaWFsK3N5c3RlbXNAfkBTZWYyY2ggUmVzdWx0c0B%2BQDEzNDUyNDUwODM0OTQ%3D&id=259089240>>

Carrasco Juan A. (2009), "Adiestramiento, Gestión y Empleo de UAS". XIX Seminario Internacional Cátedra Alfredo Kindelán, Madrid. Ministerio de Defensa. p. 27-45

Bull Kylie, Chitty Alex y Maple Derrick (2012), "Briefing, Eye in the sky". Jane's Defence Weekly, 16-mar-2012.

Cary Leslie y Coyne James (2011), "ICAO Unmanned Aircraft Systems (UAS), Circular 328". UAS Yearbook – UAS: The Global Perspective. 9ª Edición, Junio 2011, p.112-115.

Deptula Dave (2009), "Air Force Unmanned Aerial System (UAS) Flight Plan 2009-2047". USAF official web page. <[www.af.mil/shared/media/document/AFD-090723-034.pdf](http://www.af.mil/shared/media/document/AFD-090723-034.pdf)>

Fein Geoff (2012), "Perspectives on Asian progress". International Defence Review, Enero 2012.

Fernández Rodríguez-Labordeta Jorge y Giménez Gregorio (2012), "El efecto del capital humano sobre la innovación: un análisis desde las perspectivas cuantitativa y cualitativa. Intangible capital". Pendiente de publicación.

Fernández-Llebrecz Carlos (2011), "UAV's en las Fuerzas Armadas del siglo XXI". Madrid. Monografías del XII Curso de Estado Mayor de las Fuerzas Armadas. CESEDEN

GIA Inc (2011), "Unmanned Aerial Vehicles (UAV) and Systems – A Global Strategic Business Report". Global Industry Analyst, Inc. Resumen disponible en <[http://www.strategyr.com/Unmanned\\_Aerial\\_Vehicles\\_UAV\\_and\\_Systems\\_Market\\_Report.asp](http://www.strategyr.com/Unmanned_Aerial_Vehicles_UAV_and_Systems_Market_Report.asp)>

---

Hall Capt y Hamer FS (2006), "NATO UAV Operations, Capabilities and Obstructions to Effective Use". Additional Articles to JAPCC Journal, Edition 3, p. 1-3.

Hewson Robert (2012), "Unmanned dragons: China's UAV aims and achievements". International Defence Review, Enero 2012.

ICG Ltd. (2008), "UK Trade and Investment, Report on Inward Investment in the Unmanned Aerial Vehicle Industry". International Consultancy Group Ltd.

Maple Derrick (2012 a), "El mercado mundial de plataformas no tripuladas". Perfiles IDS, Abril 2012, p. 6-13.

Maple Derrick (2012 b), "Global UAV market forecast to 2020". Jane's Defence Industry. Febrero 2012.

Marks Paul (2006), "Uncrewed aerial vehicles: no pilot, no problem?". New Scientist. Diciembre 2006. P. 57-62.

NATO Joint Air Power Competence Center (2008), "The JAPCC Flight Plan for Unmanned Aircraft Systems in NATO". Disponible en [http://japcc.de/fileadmin/user\\_upload/projects/nato\\_flight\\_plan\\_for\\_uas/Flight\\_Plan\\_Approach\\_5.4.pdf](http://japcc.de/fileadmin/user_upload/projects/nato_flight_plan_for_uas/Flight_Plan_Approach_5.4.pdf)

NATO Joint Air Power Competence Center (2010), "Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO". Disponible en [http://www.japcc.de/fileadmin/user\\_upload/Reports/ConEmp\\_Jan2010/UAS\\_CONEMP.pdf](http://www.japcc.de/fileadmin/user_upload/Reports/ConEmp_Jan2010/UAS_CONEMP.pdf)

Paso Ana del (2010), "UAVs, un diamante en bruto", Revista de Aeronáutica y Astronáutica, nº 798. p. 944-951

Poll Ian (2006), "The Evolving Capability of UAV Systems". JAPCC Journal, Edition 2, 2006, p. 10-12.

Sánchez José (2003), "Historia del empleo de los UAVs en las operaciones militares", Revista de Aeronáutica y Astronáutica, nº 721, p.174-179.

Sánchez M<sup>a</sup> Gema, "Los UAV en España". Perfiles IDS, Abril 2012, p. 14-27.

Shechter Assaf (2009), "UAS, 40 años de operaciones", (2010), XIX Seminario Internacional Cátedra Alfredo Kindelán. Madrid. Ministerio de Defensa. p. 67-72.

---

United States Joint Concept for Operations for Unmanned Aircraft Systems, November 2008. U.S. Department of Defense.

U.S. Department of Defense (2011), "Aircraft Procurement Plan – Fiscal Years (FY) 2012-2021". U.S. Department of Defense.

UVS International (2006), "UAV Systems, the global perspective 2006/2007". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2007), "UAV Systems, the global perspective 2007/2008". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2008), "UAV Systems, the global perspective 2008/2009". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2009), "UAV Systems, the global perspective 2009/2010". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2010), "UAV Systems, the global perspective 2010/2011". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2011), "UAV Systems, the global perspective 2011/2012". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199&Itemid=194](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=194)>

UVS International (2012), "UAV Systems, the global perspective 2012/2013". Blyenburgh & Co. Disponible en [http://www.uvs-info.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=197&Itemid=193](http://www.uvs-info.com/index.php?option=com_content&view=article&id=197&Itemid=193)

Wolf Hans (2005), "Do we still need the man in the cockpit?", JAPCC Journal, Edition 2, 2006, p.23-25.

Zaloga Steven J., Rockwell David y Finnegan Philip (2012), "2012 Market Profile and Forecast, World Unmanned Aerial Vehicle Systems". Teal Group Corporation. Resumen disponible en <http://dl.dropbox.com/u/65542825/TGCTOC/sample-wuavs.pdf>