
DRONES, LA NUEVA AMENAZA PARA EL ESPACIO AÉREO

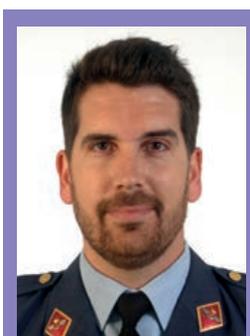
El Ejército del Aire es la autoridad competente en el control del espacio aéreo, por ello, realiza con carácter permanente la vigilancia y el control del espacio aéreo de soberanía nacional. Esta misión ha adquirido una nueva dimensión al complementarse la misión tradicional de defensa contra una amenaza exterior con la lucha permanente contra la amenaza terrorista (*renegade*) y por el establecimiento de dispositivos especiales de seguridad con ocasión de la celebración de actos de especial relevancia.

Esta misión se encuadra en la defensa aérea europea mediante la plena integración de los medios de defensa aérea del Ejército del Aire en el sistema integrado de defensa aérea europea de la OTAN. En este contexto, el Ejército del Aire participa también en la fuerza de alerta temprana de la OTAN¹.



Dron Switchblade. (Fuente: <https://www.avinc.com/uas/view/switchblade>)

Los conflictos armados actuales, lejos de desarrollarse en entornos de alta intensidad con oposición militar organizada, se suelen ubicar en entornos de media o baja intensidad con predominio de amenazas asimétricas o híbridas, con actores de carácter no estatal, de tipología, en muchos casos, terrorista. En este entorno híbrido están proliferando los vehículos aéreos no tripulados (VANT) usados por actores estatales y, de manera creciente, por actores no estatales debido a las ventajas de su uso en el campo de batalla



José Alberto Marín Delgado

Teniente del Ejército del Aire

tanto en labores inteligencia, vigilancia y reconocimiento² como en misiones de ataque.

LOS VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

Los vehículos aéreos no tripulados³, conocidos comúnmente como drones⁴, están convirtiéndose en un campo de investigación y experimentación al alza en todos los ámbitos en los que operan, civil o militar, gracias a la amplitud de las misiones que pueden llevar a cabo. Existen multitud de

CLASIFICACIÓN DE LOS VANT SEGÚN PESO

CLASE	CATEGORÍA	ALTURA OPERACIONAL (AGL)	RADIO DE MISIÓN	CARGA DE PAGO
Clase I (<150 kg)	Micro (<2 kg)	Hasta 90 m (300 pies)	5 km	0,2-0,5 kg
Clase I (<150 kg)	Mini (2-20 kg)	Hasta 900 m (3.000 pies)	25 km	05-10 kg
Clase I (<150 kg)	Pequeña (<150 kg)	Hasta 1.500 m (5.000 pies)	50-100 km	5-50 kg
Clase II (150-600 kg)	Táctica	Hasta 3.000 m (10.000 pies)	200 km	25-200 kg

Fuente: NATO Industrial Advisory Group (traducida por el autor).

clasificaciones para esta tecnología basadas en criterios como el tipo de aeronave, la misión, el tamaño o el tipo de despegue, entre otros. Para efectos de este documento, vamos a considerar la clasificación realizada por el *NATO Industrial Advisory Group* (NIAG), basada en el peso de los drones y las capacidades típicas asociadas a cada clase, como se muestra en la tabla 1, en la cual se observa, por un lado, los VANT de clase I, que a su vez se dividen en tres subcategorías (micro, mini y pequeña) en función del peso y, por otro lado, la clase II, con el rango de peso establecido para dicha clase.

Entre las ventajas de los drones de clase II e inferior destacan:

– Accesibilidad: La oferta de drones, tanto militares como comerciales en este segmento, crece a un ritmo exponencial.

– Economía: Se pueden adquirir a precios asequibles.

– Polivalencia: Pueden ser configurados con multitud de sistemas como navegación, observación o adaptarlos para dispensa de armamento.

– Furtividad: Debido a su reducido RCS⁵, firma infrarroja y acústica, su velocidad y altura de operación o su reducido tamaño; en cambio, su autonomía y alcance es discreta y su carga de pago muy limitada.

Un ejemplo de dron clase I en el ámbito militar es el dron «kamikaze» de fabricación americana Switchable⁶, o en el ámbito civil el dron Matrice⁷ 600 de la firma DJI.



Restos de drones comerciales capturados al Dáesh por parte de las Fuerzas Especiales iraquíes en Mosul, Iraq. (Fuente: Stars and Stripes. <https://www.stripes.com/news/islamic-state-attack-drones-pose-threat-to-iraqi-troops-general-says-1.451913#gallery>)

Tabla 2

EJEMPLOS DE RCS	
OBJETO	RCS m^2
B-52	100
SU-35	2
F-16	1,2
Dron < clase II	0,01-0,0005
F-35	0,005
F-22	0,0001
Ave grande	0,01
Pelota de golf	0,005
Ave pequeña	0,001 <<

Fuente: diversas fuentes (elaboradas por el autor)

LOS SISTEMAS DE DEFENSA AÉREA (SDA) FRENTE A LOS VANT

Los sistemas de defensa aérea actuales integran radares de vigilancia y sistemas embarcados para vigilancia y control del espacio aéreo y el uso combinado de cazas y sistemas antiaéreos tanto terrestres como embarcados para neutralización de las posibles amenazas. La capacidad de detección de los sistemas actuales depende en gran medida del RCS de la aeronave amenaza, de tal manera que a mayor RCS mayor será la probabilidad de detección. Teniendo en consideración los da-

tos de RCS de la tabla 2, un dron de clase II o inferior tendría un RCS similar a un ave o una aeronave furtiva tipo F-35 (equivalente al RCS de una pelota de golf). Por lo tanto, la probabilidad de detección de un dron de estas características por los SDA actuales es bastante remota y en el hipotético caso de ser detectado, es muy probable que los radares de control de tiro de los sistemas de armas asignados para su neutralización no puedan adquirir el objetivo o sean incapaces de hacer uso de su armamento.

Los datos de RCS de la tabla 2, son para condiciones de vuelo concretas, y pueden variar en función de la geometría del objeto frente al emisor radar. Los datos de dron < clase II corresponde con una RCS equivalente de entre -15 y -30 dBm².

En la tabla 3, se puede observar la dramática reducción de la distancia de detección al disminuir el RCS.

Es por ello por lo que este tipo de aeronaves supone un desafío y una amenaza para la seguridad. El NIAG denomina a este tipo de amenaza LSS UAS⁸, que podríamos traducir como VANT pequeño, lento y bajo, características todas ellas que dificultan su detección, identificación y neutralización por parte del SDA.

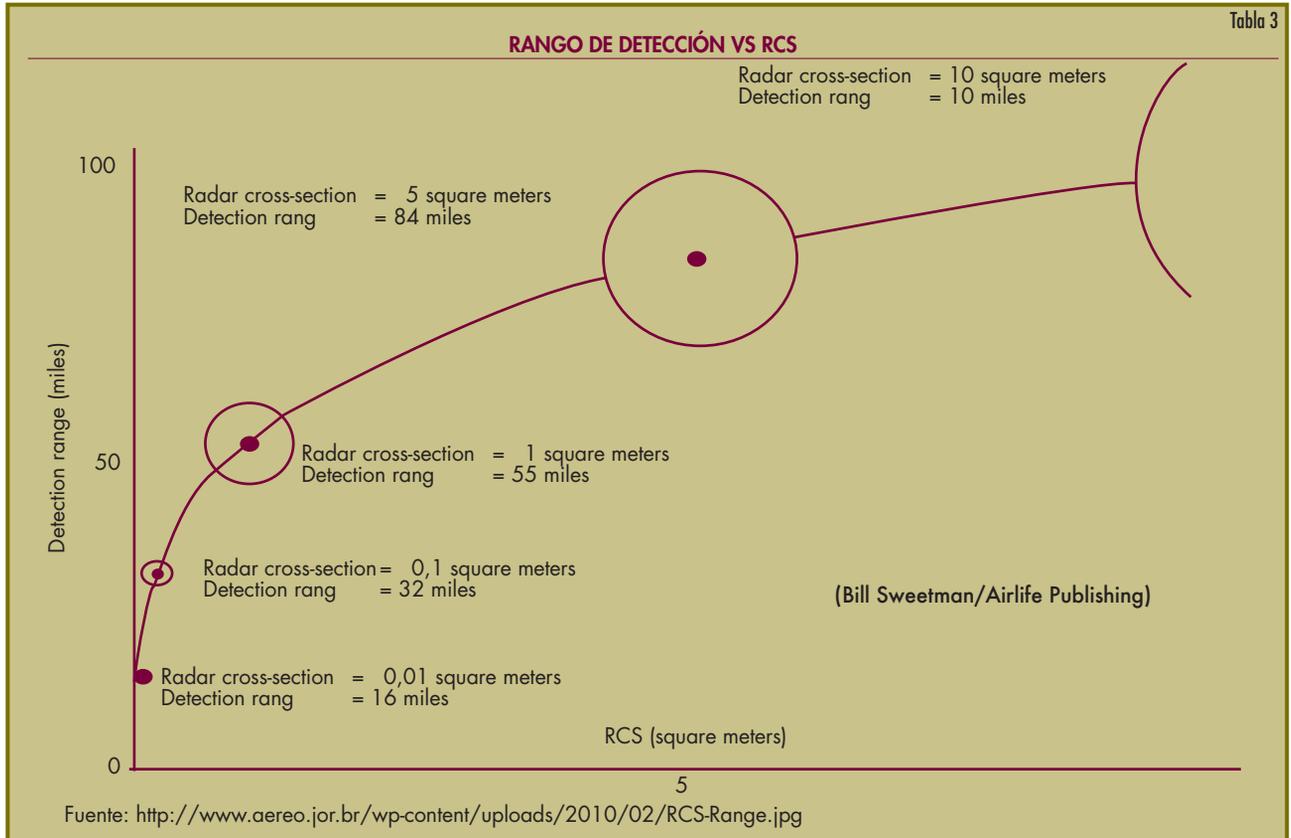


Tabla 4

EFFECTIVIDAD DE DETECCIÓN DE DIVERSOS SISTEMAS

DETECTION SCHEME	GLIDER	QUADCOPTER	JET
Radar	●	●	●
Passive optics (i.e., cameras)	●	●	●
Active optics (i.e., LIDAR)	●	●	●
Acoustics	●	●	●
EM emissions	●	●	●
B-field detection	●	●	●

Fuente: UAS Detection, Classification, and Neutralization: Market Survey 2015.
 NOTA: el color amarillo representa una detección moderada y el rojo pobre.

PROCESO DE DETECCIÓN, IDENTIFICACIÓN Y NEUTRALIZACIÓN DE VANT POR EL SDA

Detección

Como vimos anteriormente, el SDA se apoya principalmente en sensores radar para la detección de cualquier aeronave en el espacio aéreo. Las características de los LSS UAS, con una RCS muy reducida y su perfil de vuelo⁹, los hacen difícilmente detectables. La industria está desarrollando sistemas multisensores que combinan diversos sensores de detección, ya que no existe un único sensor capaz de cubrir esta amenaza. Entre los sistemas de detección desarrollados destacan:

- Detección acústica.
- Detección electro-óptica.
- Detección radar.
- Detección LIDAR¹⁰.
- Detección electromagnética.

Un ejemplo de este sistema es el AUDS¹¹ adquirido por el Ministerio de Defensa de nuestro país.

Como podemos apreciar en la tabla 4, existen multitud de sistemas con carencias significativas, por lo que la industria ha apostado por sistemas de detección múltiple.

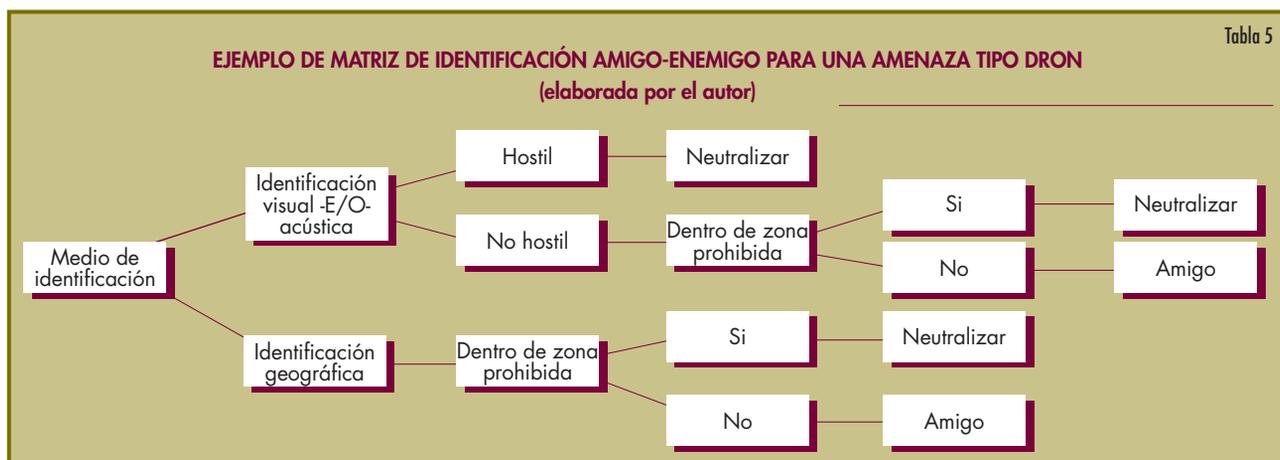
Identificación

La identificación es uno de los procesos más importantes, puesto que permitirá etiquetar a una aeronave como hostil o amigo. Al igual que con los sistemas de detección, la identificación de un dron es un proceso complejo y limitado en cuanto a los sistemas actuales disponibles. Uno de los principales sistemas de identificación de aeronaves es el sistema de identificación electrónica IFF¹³ o transpondedor. Los LSS UAS de menor tamaño carecen de sistema de identificación electrónica; a su vez, para aquellos VANT que disponen de este sistema, su activación depende del operador, por lo que se necesitan opciones de identificación alternativas. La industria está desarrollando sistemas de identificación, entre los que destacan:

- Identificación electroóptica.
- Identificación infrarroja.
- Identificación acústica por correlación con base de datos.

Existen otras opciones para la identificación de este tipo de amenaza, como puede ser la identificación visual por medio de observadores, la identificación geográfica mediante el establecimiento de zonas de no sobrevuelo (NFZ¹⁴) o la identificación por comportamiento.

La defensa aérea en tiempo de paz prevé el uso de varios tipos de zonas bajo especial protección y unas reglas de enfrentamiento acordes a las acciones de una aeronave no identificadas basadas en multitud de parámetros y factores. Emplear este tipo de reglas para una amenaza tipo dron, debido a su naturaleza, no es del todo compatible, por lo que deben estudiarse reglas de enfrentamiento *ad hoc* para esta amenaza (tabla 5).



Neutralización

Los SDA, por norma general, emplean sistemas físicos para la neutralización de amenazas aéreas. Entre estos sistemas podemos destacar los cazas de interceptación y los sistemas antiaéreos¹⁵. Como vimos anteriormente, el empleo de estos sistemas físicos frente a los LSS UAS es muy limitado, por lo que deben buscarse alternativas que cubran esta brecha.

La industria está desarrollando sistemas como el Iron Dome israelí que, mediante el empleo de misiles Tamir, puede neutralizar blancos de pequeñas dimensiones. Otros sistemas en desarrollo son los drones de ataque contradron, armas de fuego con munición de caucho, cañones lanza redes como el Skywall 300¹⁶ o águilas caza drones como las entrenadas por la empresa Guard From Above¹⁷.

Por otro lado, la industria está desarrollando sistemas electromagnéticos antidron. Entre estos sistemas destacan las armas de interferencia o perturbación como el fusil



Imagen superior: proyectiles modificados para ser lanzados desde un dron comercial.

A la derecha : dron comercial DJI Mavic Pro modificado con sistema de suelta de armamento



REX-1 del consorcio ruso Kaláshnikov, sistema de hackeo de drones o armas de energía dirigida (DEW¹⁸) como el sistema láser Silent Strike¹⁹ de la compañía Boeing.

El uso de un sistema de neutralización u otro dependerá de la disponibilidad de los mismos, y su actuación se basará en el empleo proporcionado de estos con el fin de causar el mínimo daño colateral posible.



Operadores de dron comercial Skywalker X8 modificado con dos proyectiles de 40 mm en estaciones subalares



Dron comercial DJI Phantom modificado con sistema de suelta de armamento.
 (Fuente: <http://www.rudaw.net/english/middleeast/iraq/070320171>)

Es por ello que en la jerarquía de empleo de estas armas debería primar inicialmente el empleo de sistema de armas electromagnéticas para, posteriormente, en caso de que la amenaza no haya sido neutralizada, emplear sistemas de armas físicos, siempre y cuando la situación táctica del escenario no dictamine lo contrario.

LOS DRONES DE ATAQUE DEL DÁESH

El programa de drones del Dáesh nació en octubre de 2014 con el empleo de drones comerciales en misiones de reconocimiento. Posteriormente, el EI obtuvo nuevas capacidades y amplió el uso de estos sistemas a labores de mando y control y propaganda para finalmente conseguir capacidades ofensivas, como el ataque registrado sobre tropas turcas en Siria el 27 de septiembre de 2016, el cual causó tres heridos, y posteriormente el ataque registrado sobre Irak el 2 de octubre del mismo año, el cual mató a dos soldados kurdos, siendo las primeras víctimas por ataque de dron por parte del Dáesh.

La totalidad de los drones operados por el Dáesh eran de tipo comercial de uso recreativo, muchos de los cuales eran modificados con fines ofensivos.

La estrategia de utilización de drones por parte del Dáesh estaba optimizada al combate en núcleos urbanos, con lo que su uso a distancias cercanas era óptimo. Entre las misiones principales realizadas por su fuerza de drones destacan:

- Misiones de vigilancia y reconocimiento.
- Misiones de coordinación con ataques suicidas.



Dron comercial DJI Phantom

Este programa fue desarrollado por el Comité de Fabricación y Desarrollo Militar del Dáesh y operado por la Brigada Al-Bara'bin Malik²⁰. El programa constaba de una estructura totalmente organizada y coordinada con talleres de reparación y modificación, cadenas logísticas, centros de entrenamiento e instalaciones de explotación con uso extensivo de tecnología y software de control de drones²¹.

Entre la diversa documentación requisada se han encontrado formatos estandarizados para los operadores, listas de verificación estandarizadas, informes de misión, así como informes mensuales que dan testimonio de lo avanzado de dicho programa.



Vehículo no tripulado de fabricación casera

– Misiones de ataque directo con el empleo de dispositivos improvisados (IED) o bombardeo aéreo.

Entre los modelos utilizados para misiones de ataque directo destacan el dron de ala fija Skywalker X8 y el dron de ala rotatoria DJI Phantom.

El dron Skywalker X8 modificado podía portar de dos a cuatro cargas suba-

lares (normalmente proyectiles de 40 mm HEDP²² modificados) y en su bahía interior un dispositivo explosivo improvisado (IED²³).

En cuanto al dron DJI Phantom modificado, se le adaptó un sistema de suelta único de armamento, como se aprecia en la imagen 4, teniendo una capacidad ofensiva muy discreta frente al Skywalker

ESTRATEGIA DE **SEGURIDAD NACIONAL** 2017



UN PROYECTO COMPARTIDO
DE TODOS Y PARA TODOS



X8, pero una precisión muy elevada debido a su capacidad de vuelo estacionario y posicionamiento sobre el objetivo.

Sus acciones, aunque limitadas en la consecución de los objetivos militares, supusieron un nuevo desafío asimétrico en el campo de batalla y sembraron el germen de una nueva forma de hacer la guerra.

El Dáesh ha realizado campañas de propaganda y difusión de información a través de internet, de tal manera que ha distribuido guías e instrucciones para que gente sin conocimiento pueda modificar y armar drones civiles para realizar ataques en cualquier parte del mundo.

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE DEFENSA AÉREA

Como hemos podido observar, el uso de drones para acciones ofensivas supone un riesgo que debe ser evaluado. La Estrategia de Seguridad Nacional del 1 de diciembre de 2017²⁴, en su análisis sobre la vulnerabilidad del espacio aéreo y ultraterrestre, identifica como vulnerabilidad «el posible uso de aeronaves pilotadas remotamente (drones) para acciones de naturaleza agresiva o ilícita por parte de Estados u organizaciones no estatales, constituye otro ejemplo actual que justifica la protección del espacio aéreo». Asimismo, dicha estrategia acuerda la



creación del Consejo Nacional de Seguridad Espacial, consejo en el que bajo el protagonismo del Ejército del Aire deben ser abordadas estas amenazas en un seno multinministerial para desarrollar un plan estratégico adecuado.

El plan estratégico debe girar en torno a tres ejes principales²⁵:

- Que sea proporcional al riesgo existente.
- Que sea equilibrado respecto a la libertad de las personas, su privacidad y los intereses generales.
- Que sea asumible y sostenible económicamente.

El plan estratégico debe ser a su vez un plan flexible que se adapte a la amenaza y que pro-

teja a nivel nacional, respetando la economía de medios.

Basándonos en estas exigencias el plan debe acometer:

- Un desarrollo doctrinal y normativo.
- Un proceso de adquisición de sistemas de armas antidrón que esté formado por:
 - Sistemas de defensa permanentes: se implementarán sistemas de defensa antidrón permanentes en aquellas instalaciones consideradas instalaciones críticas (IC)²⁶ o de alto valor en las que un ataque de este tipo, supondría un grave perjuicio para la seguridad nacional.
 - Sistemas de defensa móviles: se debe disponer de sistemas de defensa antidrón móviles



Lanzamiento de misil interceptor del sistema Iron Dome



para poder ser desplegados ante eventos de alta visibilidad (HVE) o ante cualquier indicio de ataque con drones en cualquier lugar del territorio nacional o donde sea requerido.

- Adquisición de armas portátiles antidrón: es preciso equipar con fusiles electromagnéticos antidrón a unidades de defensa aérea, así como aquellas unidades que no siendo de defensa aérea su entidad o importancia así lo aconsejen.

Todo ello integrado en la arquitectura del SDA y compatible que los sistemas antiaéreos actuales.

CONCLUSIÓN

El desarrollo actual de los vehículos aéreos no tripulados supone un reto para el control efectivo del espacio aéreo por parte de los sistemas de defensa aérea. El desarrollo continuo de estos sistemas tanto en el ámbito civil como en el militar y su uso por parte de tanto actores estatales como no estatales, como la organización terrorista Dáesh, están transformando la forma de hacer la guerra. El proceso de detección,

identificación y neutralización sobre LSS UAS es sumamente complejo con los sistemas actuales, por lo que se deben desarrollar e implementar nuevos sistemas para cubrir estas vulnerabilidades y por otro lado abordar un cambio doctrinal y normativo que se adapte a esta nueva amenaza. ■

BIBLIOGRAFÍA

Almohammad, A., Speckhard, A. (2017). *ISIS Drone: Evolution, Leadership, Bases, Operation and Logistics*. International Center for Study of Violent Extremism (ICSVE).

Altawy, R., Youssef, A. M. (2016). *Security, Privacy, and Safety Aspects of Civilian Drones: A Survey*. Concordia Institute for Information Systems Engineering, Concordia University. Québec (Canadá).

Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems. UAV Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester (Reino Unido).

Balkan, S. (2017). *Deash's drone strategy. technology and the rise of innovative terrorism*. SETA, Foundation for Political, Economic and Social Research. Ankara (Turkey).

Card, B. (2014). *The Commercialization of UAVs: How Terrorists Will Be Able to Utilize UAVs to Attack the United States*.

Hauck, L. F., Geis, J. P. (2017). *Air Mines, Countering the Drone Threat to Aircraft*. *Air & Space Power Journal*. http://www.airuniversity.af.mil/Portals/10/ASPJ/journals/Volume-31_Issue-1/V-Hauck_Geis.pdf

Jackson, B.A., Frelinger, D.R., Lostumbo, M.L., Button, R.W. (2008). *Evaluating novel threats to the homeland*. Unmanned aerial vehicles and cruise missiles. RAND, National Defence Research Institute. Santa Monica, California (United States).

Lele, A., Mishra, A. (2009). «Aerial Terrorism and the Threat from Unmanned Aerial Vehicles». *Journal of Defence Studies*, Vol 3. No 3. http://skyjack.co.il/pdf/jds_3_3_ale_amishra.pdf

Open Briefing. (2016). «Hostile drones: the hostile use of drones by non-state actors against british target». Remote Control Project, Oxford Research Group. London (United Kingdom).

Rassler, D. (2016). *Remotely Piloted Innovation: Terrorism, Drones and Supportive Technology*. Combating Terrorism Center, United States Military Academy. West Point (United State).

Tung, Y. (2015). *Game of drones: Defending Against Drone Terrorism*, 2 Tex. A&M Law Review.

Waters, N. (2017). «Death From Above: The Drone Bombs of the Caliphate». <https://www.bellingcat.com/uncategorized/2017/02/10/death-drone-bombs-caliphate/>.

NOTAS

¹De la página www.ejercitodelaire.mde.es

²Del inglés *intelligence, surveillance, and reconnaissance* (ISR).

³En inglés *unmanned aircraft vehicle* (UAV).

⁴Dron: Registrado en el Diccionario de la Real Academia de la lengua Española (RAE) en 2014 como adaptación al español del sustantivo inglés drone (literalmente zángano), para referirse a una aeronave no tripulada. Su plural es drones.

A efectos de RCAO se considera que son sinónimos de UAV, las palabras «drone» y «vehículo aéreo pilotado remotamente» (RPA). <https://www.boe.es/boe/dias/2016/12/03/pdfs/BOE-A-2016-11481.pdf>

⁵*Radar cross-section* (RCS): Es una medida que indica la capacidad de un objeto de ser detectado por un radar. A mayor RCS mayor probabilidad de ser detectado. Se mide en m² o dB.

⁶Para más información: <https://www.avinc.com/uas/view/switchblade>

⁷Para más información: https://www.dji.com/es/matrice600-pro?site=brandsite&from=landing_page

⁸Del inglés *low slow small unmanned aircraft system*.

⁹El perfil de vuelo a baja altura de estos sistemas favorece el ocultamiento con obstáculos naturales del terreno y su velocidad, por norma general lenta, facilita su ocultación.

¹⁰En inglés *light detection and ranging*.

¹¹Para más información: <http://www.blighter.com/>

products/auds-anti-uav-defence-system.html

¹²www.elconfidencial.com / 31-07-2017.

¹³En inglés *identification friendly or foe*.

¹⁴En inglés *no-fly-zone*.

¹⁵Uno de los mayores inconvenientes de estos sistemas a la hora de neutralizar la amenaza es la alta probabilidad de daño colateral, sobre todo en entornos urbanos.

¹⁶Para más información: <https://openworkengineering.com/>

¹⁷Para más información: <http://guardfromabove.com/>

¹⁸En inglés *direct energy weapon*.

¹⁹Para más información: <http://www.boeing.com/features/2015/08/bds-compact-laser-08-15.page>

²⁰West Point Combatting Terrorism Center.

²¹El El utilizaba el *software* Qground Control para el planeamiento y ejecución de sus misiones. Para más información sobre las capacidades de este sistema: <http://qgroundcontrol.com/>

²²Del inglés *high explosive dual purpose*.

²³Del inglés *improvised explosive device*.

²⁴Para más información: <http://www.dsn.gob.es/es/estrategias-publicaciones/estrategias/estrategia-seguridad-nacional-2017>

²⁵Open Briefing. (2016). Hostile drones: the hostile use of drones by non-state actors against british target. Remote Control Project, Oxford Research Group. London (United Kingdom).

²⁶Objeto de especial protección.

Dron comercial DJI Inspire

