

# UAS Introduction

## *Robótica Aérea*

Xin Chen/Manuel Barriopedro



**What is an UAS?**

**What is an UAV?**

**What is a RPA/RPAS**

**What is a drone?**



# What is an UAS?

- ❖ UAS: Unmanned Aerial System
- ❖ UAV: Unmanned Air Vehicle. Vehículos Aéreos no tripulados: Vuelan sin piloto a bordo
- ❖ UAS: UAV + Ground Control Station + Communications
- ❖ RPA: Remotely Piloted Aircraft
- ❖ RPAS: Remotely Piloted Air System
- ❖ Difference between UAS y RPAS: Todos no tripulados, pero algunos no pilotados, sino autónomos
- ❖ Drone: en español “dron”. Su origen está en la palabra inglesa “drone” (abeja macho o zángano), luego veremos por qué...popularmente UA: Unmanned Aircraft (Aeronave No Tripulada)

*NOTA: OACI recomienda hablar de drones cuando su MTOW es inferior a 25kg.*

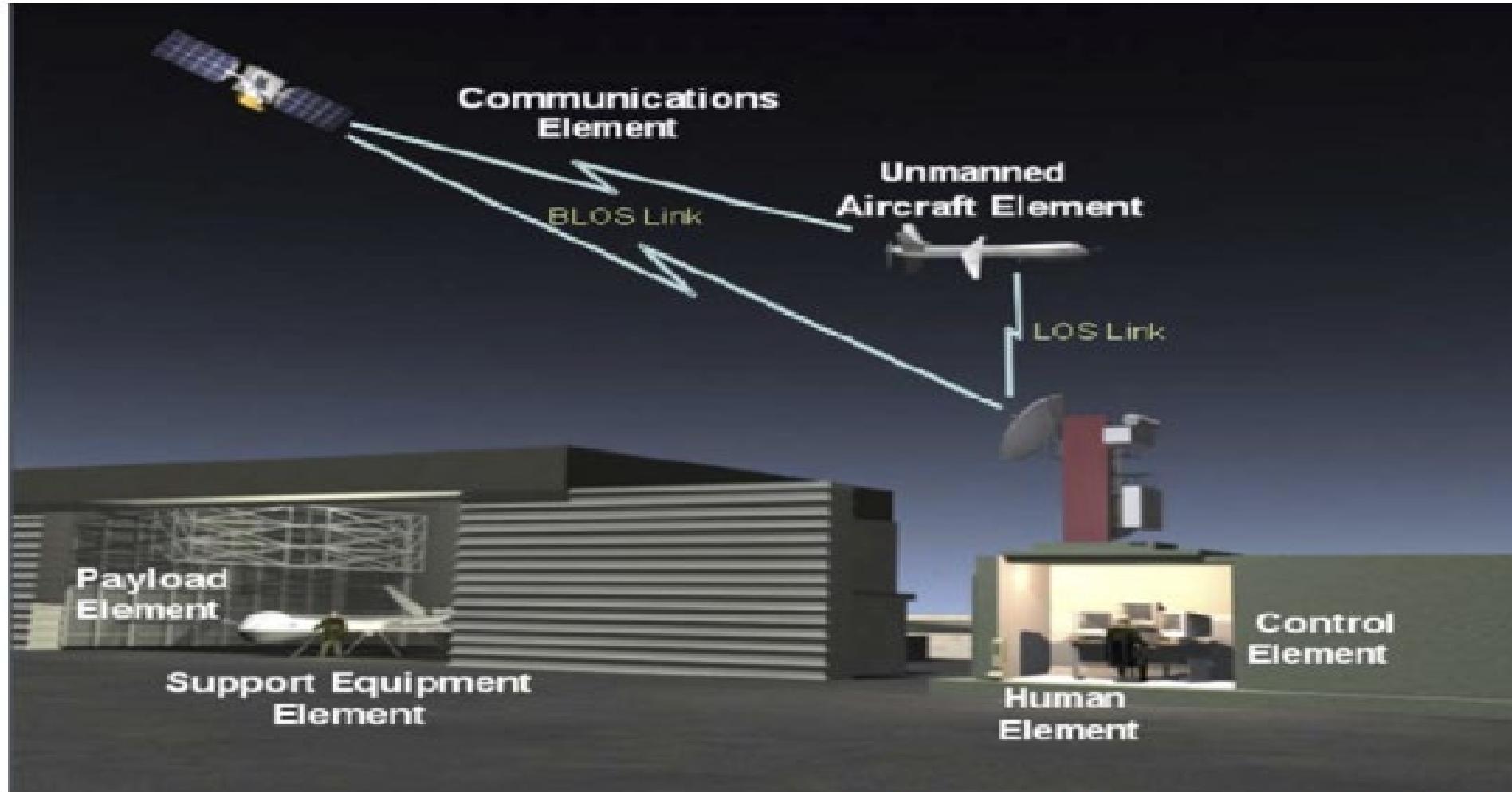
# What is an UAS?

Elemento	Descripción
Vehículo aéreo	La plataforma debe reunir unas características que le permitan explotar las capacidades de los sensores, armamento o carga de pago.
Carga de pago*	Sensores, armamento para las misiones asignadas y todo tipo de cargas útiles. Ya que la misión principal de los UAS ha sido hasta ahora las de tipo ISTAR, la mayor parte de los sensores se inscriben en alguna de estas categorías: <ul style="list-style-type: none"><li>■ EO (visible, y telémetro láser)</li><li>■ Radar (SAR, MTI, MPR)</li><li>■ Guerra electrónica (principalmente ELINT y COMINT)</li><li>■ Designadores de blancos</li></ul>
Comunicaciones	Data links para control (LOS y BLOS) e intercambio de datos de misión.
Estación de control	Desde donde es operado o controlado por los operadores.
Equipos de apoyo	Lanzamiento y recuperación, kit de despliegue, etc.
Interfaz C2	Con los centros de operaciones.

Source, → IDS. De los UAV a los RPAS

(\*) Se entiende carga de pago la carga útil

# What is an UAS?



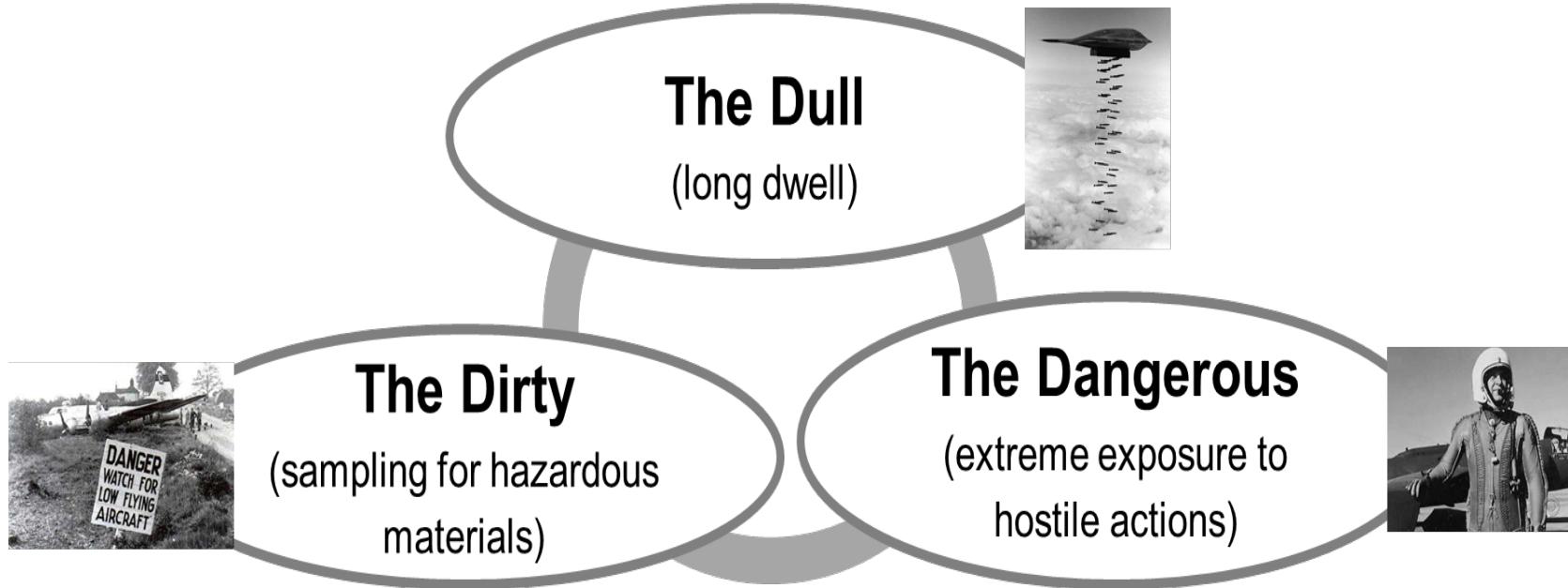
Elementos UAS. Fuente JUAS COE CONOPS,  
Joint concept of Operation for UAS, capítulo 2 versión 1.5.

# Why UAS?



# Why UAS?

When Unmanned systems should be preferred solution?



# UAS advantages

- PESO. No tripulación, no peso, y no solo el referente a su peso, si no a habituar la cabina

Aeronaves Tripuladas		UAV	
Componente	Peso (lb)	Componente	Peso (lb)
Piloto + Operador	320	Autopiloto y Aviónica	15
Interfaces de control	20	Actuación de control	15
Instrumentos y aviónica	100	Comunicación (C2, carga de pago)	10
Ventanas	20		
Mobiliario (sin asientos eyectables)	60		
Puertas	30		
Controles ambientales de la cabina	30		
Kit de supervivencia	10		
Sistema eléctrico	10	Sistema eléctrico	5

**Table:** Comparación de peso para una misión ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance). Hay una diferencia de **555 libras** [Gundlach, 2014].

# More UAS advantages

- ✓ **Aviónica que puede superar las limitaciones de los pilotos humanos.** Por ejemplo, los pilotos humanos tienen limitaciones en *aceleración permitida, temperatura y presión de la cabina, duración del tiempo de trabajo, posibilidad de actualización, rendimiento del sensor visual, etcétera*.
- ✓ **Mejor transportabilidad debido a su tamaño más pequeño.**
- ✓ **Expectativas de menor coste.** Debido al tamaño más pequeño para una misión determinada y los requisitos de diseño menos estrictos (?), los UAS generalmente tienen un coste de adquisición más bajo (pero no necesariamente en coste operativo).
- ✓ **Velocidad de implementación.** Los UAS suelen ser más rápidos en crear prototipos y ponerlos en funcionamiento.



# UAS disadvantages

- ✗ **Hackeo del enlace:** pérdida del vehículo!
- ✗ **Malfuncionamiento del enlace** (retardo, etc), con el impacto que podría tener en situaciones críticas
- ✗ **Peso, factor limitante.** Los equipos a instalar tienen que tener poco peso y a veces no dan las prestaciones requeridas, o penalizan mucho al vehículo aéreo (ej, antena SATCOM).
- ✗ **Condiciones meteorológicas adversas:** a menor tamaño, mayor impacto...
- ✗ **Éticas:**
  - Privacidad personal (Amazon?)
  - Guerra desde tu casa... "Espías desde el Cielo"
  - A más autonomía, menos decisión "humana"...



# UAS Categories



# Categorías de UAS

La definición de categorías es un **desafío** y produce **agrupaciones** de sistemas **imperfectas**.

Los atributos que distinguen a las categorías entre sí pueden ser **el peso, el tamaño, la altitud** de la misión, la capacidad de **supervivencia**, el **diseño del vehículo** (p.ej., helicóptero frente a ala fija) y **la misión** (p.ej., ataque frente a ISR).

La terminología “estándar” **evoluciona constantemente** y a veces **cambia de repente**, parte de ella se ha vuelto de uso general en la comunidad de UAS y se describe brevemente aquí.

**¿Cuál es la mejor categoría de UAS?** Una buena regla general es que la mejor clase de UAS es la **más pequeña y asequible** que puede realizar satisfactoriamente **la función deseada**.



# UAS OTAN classification

CLASIFICACIÓN UAV OTAN				
Clase (MTOW)	Categoría	Empleo	Altitud de operación AGL	Radio de Misión
CLASE I ≤ 150 Kg	MICRO < 2 Kg	Táctico, (Sección)	Hasta 200 pies	5 Km (LOS)
	MINI 2-20 Kg	Táctico (Compañía)	Hasta 1.000 pies	25 Km (LOS)
	LIGEROS > 20 Kg	Táctico (Batallón)	Hasta 1.200 pies	50 Km (LOS)
CLASE II ≤600 Kg	TÁCTICO	Táctico (Brigada)	Hasta 10.000 pies	200 Km (LOS)
CLASE III ≥ 600 Kg	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Operacional	Hasta 45.000 pies	Sin Límite (BLOS)
	HALE (High Altitude Long Endurance)	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin Límite (BLOS)
	Combate	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin límite (BLOS)

Clasificación UAS OTAN. Fuente JCGUAS "UAV Clasification Guide". NNAG. Septiembre 2011.



# Micro Air Vehicles (MAV)

Los MAV suelen variar en tamaño, desde el de un **insecto grande** hasta un modelo de avión con una **envergadura de 50 cm**. Comúnmente se entiende que UAV con alas de hasta **80 cm** entran dentro de esta categoría.

Las nuevas categorías de aeronaves no tripuladas progresivamente más pequeñas han sido denominadas **vehículos aéreos nano** y **vehículos aéreos pico**.

Los MAV generalmente pesan menos de **250 g**, lo que deja **poca provisión para aviónica o sistemas de misión**. Quizás se pueda asignar entre 25–35% del peso bruto a estos componentes, y se debe **maximizar la capacidad**.

## Ventajas

- ✓ Mantienen la intención de **bajo coste unitario en la producción**. Pueden proporcionar **imágenes tácticas de corto alcance**.
- ✓ Debido a su maniobrabilidad y pequeño tamaño, podrían ser capaces de volar en **áreas urbanas** o incluso **dentro de edificios**.
- ✓ Debido a su pequeño tamaño, bajo coste y producción en masa, pueden operar en **enjambres** para búsquedas en zonas y otros propósitos. **La cantidad es una cualidad valiosa**. Swarming de UAVs!



# Micro Air Vehicles (MAV)

## Desventajas/Desafíos

El desafiante régimen de vuelo de **bajo número de Reynolds** produce una **baja eficiencia aerodinámica**.

Los presupuestos de pequeño SWAP (Size, Weight, And Power) requieren aviónica en **miniatura**, sistemas de comunicaciones y cargas útiles con **importantes limitaciones de rendimiento**.

Es posible que los subsistemas deban integrarse en **una electrónica especialmente diseñada**, lo que **aumenta los costes de desarrollo**.

Su baja masa y baja velocidad de vuelo los hace particularmente **sensibles a las ráfagas y turbulencias**, incluso con controles de vuelo bien diseñados. Los sensores inerciales MEMS (MicroElectroMechanicalSystems), **de alta tasa de deriva**, exacerbán el problema.

Las **fuentes de energía** que son de baterías y combustibles químicos, con pocas excepciones, no han progresado a un ritmo que permita que los MAV tengan **la autonomía** de aves de tamaño similar.

La operación para transmitir señales de RF a **mayores distancias o a través de obstáculos** se mejora mediante el uso de **frecuencias más bajas**. Desafortunadamente, el funcionamiento de frecuencias más bajas se vuelve **ineficaz** a medida que **la apertura de la antena se reduce**.



# Micro Air Vehicles (MAV)



Characteristic	Value
Span	2.375 ft
Takeoff gross weight	0.95 lb
Maximum payload capacity	—
Endurance	0.75 hr
Maximum altitude	1000 ft above ground level
Maximum airspeed	38 kt
Launch method	Hand-held catapult and hand launch
Recovery method	Belly landing
Propulsion	Battery-electric
Communications	Line of sight

**Figure:** Características del **Aerovironment Wasp III**. Es más grande que la definición MAV original. Sin embargo, en este práctico UAV, se utilizan aviónica en **miniatura**, cargas útiles y sistemas de comunicación de MAV [Gundlach, 2014].

# Small UAS (SUAS)

El peso de los **SUAS** (o Mini UAS) suele oscilar entre **0.5 kg–25 kg**, siendo más grandes que los MAV y más pequeños que los pequeños UAS tácticos.

La **miniaturización** de sistemas hace ahora que los SUAS sean operativamente útiles, realizando de manera **efectiva** misiones que eran relegadas a **sistemas mucho más grandes** en los 90.

Las tecnologías de **autopiloto ligeras** basadas en GPS que se demostraron originalmente en los MAV ofrecen a los SUAS la capacidad de transportar **grandes cargas útiles**.

Se desarrollaron cargas útiles de **cámara con cardán, muy pequeñas** con un peso de **0.5 kg–2.5 kg**, específicamente para pequeños UAS utilizando nuevos enfoques de diseño. Una nueva generación de **sistemas de comunicaciones de línea vista (LOS)** ofrece vídeo de **gran ancho de banda**, con cubertura en rangos de **10 km–100 km** con un peso bajo (incluso menor de **2.5 kg**)

Principalmente debido a su **bajo coste y las bajas barreras técnicas de entrada**, es la categoría **más prolífica** en términos de la diversidad de los sistemas volados.

Los autopilotos y los controles de radio de **bajo coste** son el foco de interés de los aficionados al **movimiento de DIY (Do It y Yourself) drones**.



# Small UAS (SUAS)



Characteristic	Value
Span	4.5 ft
Takeoff gross weight	4.2 lb
Maximum payload capacity	0.36 lb
Endurance	1 – 1.5 hr (with rechargeable batteries)
Maximum altitude	14,000 ft (maximum launch altitude)
Maximum airspeed	50 kt
Launch method	Hand launch
Recovery method	Deep-stall belly landing
Propulsion	Battery-electric
Communications	Line of sight

**Figure:** Lanzamiento manual del AeroVironment Raven RQ-11B (Source, → Public Domain) y sus características [Gundlach, 2014].

# Small tactical UAS (STUAS)

Los **STUAS** suelen oscilar entre **25 kg–90 kg**, son más grandes que los **SUAS** y más pequeños que los **UAS tácticos**.



Characteristic	Value
Span	16 ft
Takeoff gross weight	135 lb
Maximum payload capacity	50 lb
Endurance	24 hrs
Maximum altitude	20,000 ft
Maximum airspeed	90 kt
Launch method	Pneumatic launcher
Recovery method	SkyHook™ vertical line recovery system
Propulsion	8-hp reciprocating engine
Communications	Line of sight

**Figure:** Izq: **Insitu Integrator** (introducido abril de 2014) en la cubierta de vuelo del buque de transporte anfibio USS Mesa Verde ([Source](#), → Public Domain). Dcha: Sus características [Gundlach, 2014].

# Tactical UAS (TUAS)

Los **TUAS** generalmente cubren sistemas que pesan entre **90 kg–600/700kg**, siendo un foco importante de desarrollo de sistemas y empleo operativo desde la década de 1970.

Las actuaciones de vuelo de la mayoría de los sistemas de esta categoría se han mantenido generalmente en el rango **5 h–15 h** a altitudes inferiores a **6 km (20000 ft)**



Characteristic	Value
Span	14 ft
Takeoff gross weight	375 lb
Maximum payload capacity	55.7 lb
Endurance	6–7 hrs
Maximum altitude	19,000 ft
Maximum airspeed	123 kt
Launch method	Conventional runway or pneumatic rail launcher
Recovery method	Conventional runway with arresting cables or a net
Propulsion type	Rotary engine using gasoline
Communications	Line of sight

**Figure:** Inspección previa al vuelo de **AAI Shadow 200** (introducido 2002) ([Source](#), → Public Domain) y sus características [Gundlach, 2014].

# Medium altitude long endurance (MALE) UAS

Los UAS MALE generalmente tienen capacidades de misión **sustancialmente mayores** que otros sistemas más pequeños.

Los pesos brutos pueden variar entre **450 kg–4500 kg**, con capacidades de carga útil de **90 kg–450 kg** y un rango de autonomía entre **12 h–40 h**. La altitud operativa varía según el tipo de propulsión con un techo de vuelo entre **4.5 km–9 km** para motores alternativos y **9 km–15 km** con turbohélice.

Debido a la alta inversión en desarrollo y más barreras técnicas de entrada, ha habido relativamente **pocos** programas MALE en comparación con categorías de UAS más pequeñas.

En relación con los UAS más pequeños, existe una **mayor utilidad operativa y flexibilidad de carga útil**. Los sistemas MALE de hoy suelen realizar **misiones de ataque, inteligencia de señales e ISR**, aunque son capaces de ampliar sus funciones.

Debido a su gran tamaño, generalmente se requieren **hangares** para albergar estos UAV y permitir las actividades de mantenimiento. La mayoría de los sistemas MALE deben transportarse en contenedores grandes que son manipulados en tierra por **máquinas pesadas**.



# Medium altitude long endurance (MALE) UAS



Characteristic	Value
Span	56 ft
Takeoff gross weight	3200 lb
Maximum payload capacity	575 lb internal, 500 lb external
Endurance	30þ hrs
Maximum altitude	29,000 ft
Maximum airspeed	135 kt
Launch method	Conventional runway
Recovery method	Conventional runway
Propulsion	135-hp general-aviation reciprocating engine using heavy fuel
Communications	High-bandwidth SATCOM and line of sight

Figure: General Atomics MQ-1C Gray Eagle (introducido en 2009) ([Source](#), → Public Domain) y sus características [Gundlach, 2014].

# High altitude long endurance (HALE) UAS

HALE UAS son sistemas **sofisticados** y de **alto rendimiento**. El peso del sistema está por encima de **2000 kg** en la mayoría de los casos.

Los sistemas HALE suelen volar por encima de **15 km** del altitud con una autonomía superior a **24 hour**.



Characteristic	Value
Span	130.9 ft
Takeoff gross weight	32,250 lb
Maximum payload capacity	3,000 lb
Endurance	33 hrs
Maximum altitude	65,000 ft
Average airspeed	310 kt at 60,000 ft
Launch method	Conventional runway
Recovery method	Conventional runway
Propulsion	Rolls-Royce AE3007H turbofan engine
Communications	High-bandwidth SATCOM and line of sight

Figure: Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk ([Source](#), → Public Domain) y sus características [Gundlach, 2014].

# Vertical takeoff and landing (VTOL) UAS

Los helicópteros abarcan el rango de tamaño desde micro vehículos aéreos hasta clases que se superponen a los helicópteros tripulados. Los atributos importantes de los helicópteros incluyen **la capacidad de despegar y aterrizar verticalmente y hacer vuelo estacionario**.

El ámbito de VTOL no se limita de ninguna manera a los helicópteros. Una breve lista de métodos utilizados para generar sustentación a bajas velocidades incluye **empuje vectorial de motores de reacción, hélices inclinadas, ventilador de flujo guiado, alas de movimiento batiente y cohetes**.

El peso es especialmente crítico para las plataformas VTOL. El **alto empuje** resulta en un alto peso del motor dentro de una determinada clase de propulsión. Un **motor pesado** reduce el peso que puede usarse para la carga útil y el combustible.

Una vez en vuelo hacia adelante, los requisitos de empuje disminuyen y el sistema de fuerte propulsión a menudo opera con **una eficiencia más baja** que corresponde a un alto consumo de combustible.

**El alto consumo y la baja capacidad de almacenamiento de combustible reducen la autonomía** del vuelo en relación con otras plataformas.

Se puede pensar que las plataformas VTOL llevan su **equipo de lanzamiento y recuperación en la plataforma** en lugar de colocarlo en el suelo. Existe un **intercambio entre la capacidad de los UAV y la huella en tierra**.



# Vertical takeoff and landing (VTOL) UAS



Characteristic	Value
Rotor diameter	27.5 ft
Takeoff gross weight	3,150 lb
Maximum payload capacity	500 lb
Endurance	8 hr
Maximum altitude	20,000 ft
Maximum airspeed	125 kt
Launch method	Vertical takeoff
Recovery method	Vertical landing
Propulsion	One Rolls-Royce 250-C20W turboshaft engine
Communications	Line of sight

Figure: Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout (introducido en 2009) ([Source](#), → Public Domain) y sus características [Gundlach, 2014].

# Vertical takeoff and landing (VTOL) UAS



Characteristic	Value
Height	5.4 ft
Takeoff gross weight	230 lb
Maximum payload capacity	25 lb
Endurance	3 hrs
Maximum altitude	—
Maximum airspeed	80 kt
Launch method	Vertical takeoff
Recovery method	Vertical landing
Propulsion	Rotary engine
Communications	Line of sight

**Figure:** Aurora Flight Sciences GoldenEye 80 (primer vuelo en 2003) ([Source](#), → Scott Kesselman) y sus características [Gundlach, 2014].

# Solar-powered UAS

- Los aviones que funcionan con energía solar pueden considerarse una clase distinta debido a los atributos únicos del vehículo. El objetivo final es proporcionar un vuelo continuo a través de múltiples ciclos de día y noche.
- Desafíos técnicos para lograr vuelos de larga duración en latitudes altas y con vientos fuertes:
  - Estos aviones tienden a tener una carga alar baja para reducir la potencia re- querida para volar mientras aumentan el área de recolección de los paneles solares montados en las alas.
  - La eficiencia de las células solares, la eficiencia de almacenamiento de energía de ida y vuelta, la energía específica del almacenamiento de energía son tres desafíos para el sistema eléctrico.
  - Se requieren estructuras ligeras que utilicen materiales compuestos avanzados y material de piel fina.
  - Para conseguir una autonomía extrema, la fiabilidad del sistema es el último limitador de la autonomía.
- Hasta ahora, el vuelo eterno se ha mantenido elusivo pero tentadoramente cercano con las tecnologías emergentes.



# Solar-powered UAS



Figure: Airbus Zephyr ([Source](#), →Airbus).

Envergadura	25 m
Peso máximo al despegue	< 75 kg
Autonomía	25 days
Altitud media	21 km

Table: Características de Airbus Zephyr ([Source](#)).

# UAS classification

<b>UAS Groups</b>	<b>Maximum Weight (lbs) (MGTOW)</b>	<b>Normal Operating Altitude (ft)</b>	<b>Speed (kts)</b>	<b>Representative UAS</b>		
Group 1	0 – 20	<1200 AGL	100	Raven (RQ-11), WASP		
Group 2	21 – 55	<3500 AGL	< 250	ScanEagle		
Group 3	< 1320	< FL 180	Any Airspeed	Shadow (RQ-7B), Tier II / STUAS		
Group 4	>1320	> FL 180		Fire Scout (MQ-8B, RQ-8B), Predator (MQ-1A/B), Sky Warrior ERMP (MQ-1C)		
Group 5				Reaper (MQ-9A), Global Hawk (RQ-4), BAMS (RQ-4N)		

Clasificación USAF. Fuente: Joint Concept of Operations for UAS, capítulo 2 versión 1.5.

# UAS history



# Primeros años (1896-1939)



Figure: Torpedo Kettering Bug, EEUU ([Source](#), → U.S. Air Force).

- El primer intento serio de emplear **aviones** no tripulados en combate fue el **torpedo Kettering Bug** de la Primera Guerra Mundial.
- Biplano de 240kg (4,5 m envergadura, 3,8m longitud, altura 2,3m) no tripulado, impulsado por un **motor alternativo**
- El Bug era lanzado mediante una carretilla sobre rieles, similar al método usado por los hermanos Wright cuando hicieron su primer vuelo en 1903
- El “Bug” volaba automáticamente hasta un punto, donde dejaba las alas y caía en “caída libre”
- El “Bug” nunca se usó en combate.

# Primeros años (1896-1939)

En el período de entreguerras, los **autopilotos** (pilotos automático) y los **actuadores** experimentaron mejoras incrementales.



**Figure:** Winston Churchill esperando ver el lanzamiento de un **DH.82 Queen Bee**, RU (Source, → Public Domain).

En esta época, la mayoría de los UAS eran blancos aéreos utilizados para **la práctica de la artillería**.

Otra tecnología importante introducida en este momento fue el **control remoto mediante transmisiones de radiofrecuencia (RF)**.

En 1935, el DH.82 Queen Bee se desarrolló como un **blanco aéreo sin piloto y controlado por radio** para el entrenamiento de artillería antiaérea.

El uso de la palabra **dron** aparentemente se originó del nombre y tarea del Queen Bee. “Drone” en inglés se refiere a la abeja macho que realiza un vuelo en búsqueda de la abeja reina y posteriormente muere.

# Segunda Guerra Mundial (1939-1945)

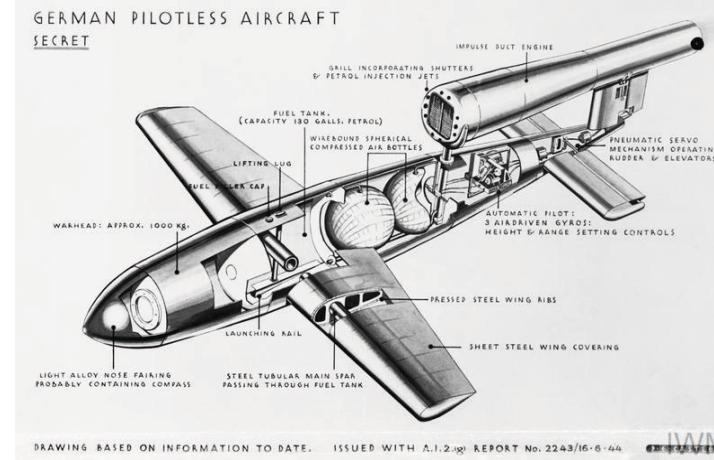


Figure: Izq: **V-1 Flying Bomb** (Alemania) en exhibición en el Musée de l'Armée, París ([Source](#), → Public Domain). Dcha: Dibujo de corte ([Source](#), → IWM C 4431).

La Luftwaffe utilizó bombas de planeo **controladas por radio** para destruir los barcos de los Aliados.

Quizás el mejor y más conocido fue el **V-1 “Flying Bomb”**, el **primer misil de crucero** operativo del mundo. El sistema de guía preestablecido incluía una **brújula magnética** que monitoreaba un autopiloto con **giroscopios**.

Los mayores avances de aviones no tripulados de la Segunda Guerra Mundial vinieron de **Alemania**. Alemania desarrolló **municiones guiadas y misiles de crucero** que hicieron avanzar enormemente en la tecnología UAS.

Estas tecnologías alemanas formaron la base para el desarrollo de misiles de crucero

# Segunda Guerra Mundial (1939-1945)



Figure: PB4Y-1 Liberator Patrol Bomber  
(Source, → Public Domain).

<https://youtu.be/zTWZjbie-dI>

El Proyecto Aphrodite (EEUU) fue un ambicioso programa estadounidense para convertir bombarderos en bombas voladoras no tripuladas.

El bombardero despegaría bajo el **control del piloto**. Una vez en el aire, un miembro de la tripulación armaría la bomba. El control se cedería a otro **avión de persecución** que se comunicaba a través de un **enlace de RF** (Radio Frequency) y usaba **una cámara** dentro de la cabina del UAS para leer los instrumentos y proporcionar la vista de la trayectoria de vuelo. La tripulación a bordo de la bomba voladora se lanzaría en **paracaídas** a un lugar seguro mientras que el UAS continuaría siendo **guiado remotamente** hasta el objetivo.

El propósito era atacar **objetivos endurecidos** en el territorio ocupado por los alemanes, como un cañón gigante destinado a disparar contra Londres. Más tarde, estos bombarderos no tripulado se utilizaron para volar a través de **nubes de hongo** después de las pruebas nucleares, que es una **misión clásica “sucia”**.

# Segunda Guerra Mundial (1939-1945)

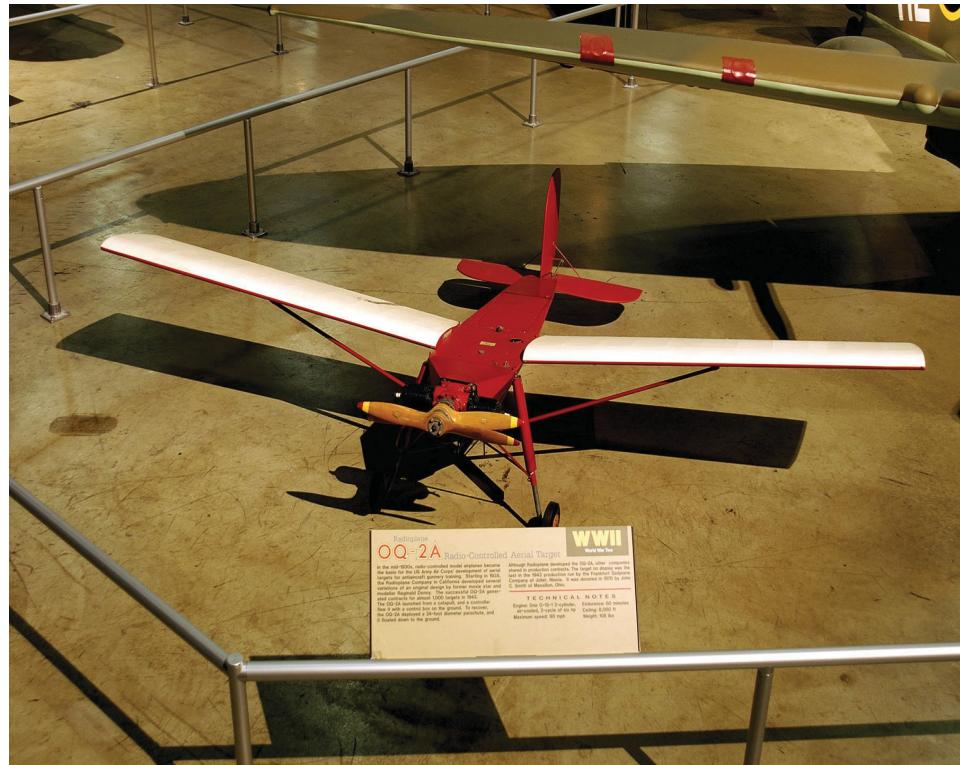


Figure: OQ-2 Radioplane ([Source](#),  
→ Public Domain).

El OQ-2 Radioplane (envergadura 3.73 m, peso 47 kg) fue el primer UAS **controlado por radio** producido en masa en los Estados Unidos, con el primer vuelo en 1939.

Una versión de seguimiento, el OQ-3, se convirtió en el **blanco aéreo** más utilizado en el servicio estadounidense, con más de 9.400 de estos pequeños objetivos construidos durante la Segunda Guerra Mundial.

Los blancos de artillería del Radioplane son los pequeños UAS **más prolíficos** de la Segunda Guerra Mundial, y de la historia.

# Guerra de Corea, Guerra de Vietnam y principios de la Guerra Fría (1945-1972)



**Figure:** Ryan KDA Firebee blanco aéreo  
bajo el ala de un avión de control Douglas JD-1  
Invader ([Source](#), → No Known Copy-  
right  
Restrictions).

Las cargas útiles empleadas en Vietnam incluían cámaras de película y sistemas electrónicos de inteligencia de señales, para las misiones militares de reconocimiento.

La estrella de esta época es la familia **Teldyne Ryan Firebee/Firefly**. Más de 7000 de estos sistemas se han producido en innumerables variantes, posiblemente creando la primera era dorada de la aviación no tripulada.

Estos sistemas generalmente se lanzaban desde el aire y se recuperaban mediante una combinación de paracaídas y helicópteros.

Las múltiples variantes estaban todas impulsados por motores de reaction.

# Guerra de Corea, Guerra de Vietnam y principios de la Guerra Fría (1945-1972)



**Figure:** Un **Gyrodyne QH-50** a bordo del destructor USS Allen M. Sumner durante un despliegue en Vietnam en 1967 ([Source](#), → Public Domain).

El primer helicóptero operacional no tripulado fue desarrollado y desplegado en este período.

El **Gyrodyne QH-50** era un diseño de rotor coaxial impulsado inicialmente por un **motor alternativo** y luego por un **turboeje**.

Su misión era **transportar** torpedos, sonoboyas, cámaras, bengalas, cargamento y generadores de humo para los destructores.

Aunque se implementó ampliamente, tuvo una eficacia limitada debido a **tecnologías aún inmaduras**.

# Guerra de Corea, Guerra de Vietnam y principios de la Guerra Fría (1945-1972)



El **Lockheed D-21** fue el sistema **más impresionante** de la época.

Este UAS propulsado por **estatorreactor**, con velocidad **mayor que Mach 3**, estaba lanzado **desde el aire**, primero desde un avión M-12 y luego desde un bombardero B-52.

Esta plataforma de **reconocimiento** fue diseñada para volar misiones **preprogramadas de forma autónoma**. Sólo se recuperaba la **carga útil** como la cámara y la aviónica. El módulo que alojaba estos sistemas era **arrojado** del avión, descendiendo bajo un **paracaídas** y era **enganchado** por otro avión.

**Figure:** Arriba: **Lockheed D-21B** en el “National Museum of the United States Air Force” ([Source](#), → Public Domain). Abajo: El avión M-12 II- eva Lockheed D-21 en la parte trasera ([Source](#), → Public Domain).

# Israel toma el mando (1972–1988)

En EEUU, los **presupuestos de defensa** se redujeron después de la guerra de Vietnam y los nuevos UAS no se desarrollaron hasta su finalización o fueron fracasos. Mientras tanto, **Israel** estaba perfeccionando diseños de UAS altamente efectivos y explorando nuevos conceptos de operaciones.



**Figure:** Mastiff en el “Israeli Air Force Museum” ([Source](#), →Bukvoed).

- Israel desarrolló UAS tácticos como Mastiff, Scout y Searcher. Algunos historiadores militares suelen considerar al Mastiff como el **primer UAS militar moderno del mundo**.

- Antes de estos sistemas, los UAS operativos empleaban cargas útiles ópticas cuyas **imágenes fijas** se procesaban en tierra **después del vuelo**. Los sistemas israelíes eran capaces de ofrecer cobertura de **video de alta resolución** con **transmisión en tiempo real**.
- Los sistemas israelíes eran capaces de realizar una **vigilancia en tiempo real**.
- Los descendientes de estos sistemas fueron **adquiridos posteriormente por EEUU** como Pioneer y Hunter.
- Otras naciones como Reino Unido, Italia, Francia, Alemania, China y Rusia también desarrollaron UAS en este período, pero **Israel toma el mando**.

# Epoca moderna (1988–2000)

A fines de la década de 1980 y principios de la de 1990, se produjo la maduración de las innovaciones técnicas como **la electrónica digital, los sistemas de posicionamiento global (GPS), los enlaces de datos digitales y las comunicaciones por satélite**.



**Figure:** El **Boeing Condor** en vuelo  
([Source](#), → Boeing).

El **Condor** fue el primer UAS en utilizar navegación **GPS** y tecnología de aterrizaje automático.

Con el fin de ahorrar peso, Boeing hizo un uso generoso de **materiales compuestos**. Hizo casi todas las partes de la estructura del avión con **fibra de carbono**, incluidas las alas.

El Condor llevó la aeronáutica a nuevas alturas, incorporando avances significativos en estructuras, aerodinámica y operación no tripulada. Si bien no tuvo éxito comercial, el Condor sentó las bases para **futuros proyectos de UAS de HALE** (High Altitude Long Endurance).

# Epoca moderna (1988–2000)



**Figure:** La Fuerza Aérea de EEUU llenó su flota con sistemas **Predator** (izq, [Source](#), → Public Domain) y **Global Hawk** de alto rendimiento (dcha, [Source](#), → Public Domain). Ambos sistemas tenían enlaces de comunicaciones por **satélite digitales de gran ancho de banda**, lo que permitió por primera vez operaciones **BLOS** (*beyond line of sight*, más allá de la línea de visión).

# Epoca moderna (1988–2000)



© Ulrich Grueschow · MilitaryAircraft.de · Aviation Photography

**Figure:** **Rheinmetall KZO** (aviones pequeños para adquisición de blancos en alemán) es un UAV **sigiloso** fabricado por Airbus Defence y Space Airborne Solutions GmbH ([Source](#), → Ulrich Grueschow). El objetivo principal de KZO es **localizar amenazas móviles y proporcionar ubicaciones de destino para la artillería**.

# Epoca moderna (1988–2000)



**Figure:** El **AAI Aerosonde** es un pequeño UAV diseñado para **recopilar datos meteorológicos**, incluidas mediciones de temperatura, presión atmosférica, humedad y viento sobre océanos y áreas remotas ([Source](#), → Greg Goebel). En 1999, hizo el **primer cruce del Océano Atlántico** por un UAV.

# Epoca moderna (1988–2000)



**Figure:** Vuelos eléctricos solares de gran altura y autonomía larga (**HALE**, High altitude long endurance). Izq: **Pathfinder** estableció el récord de aviones propulsados por energía solar a 21.802 m en 1997. ([Source](#), → Public Domain). Dcha: El prototipo del “avión eterno” **Helios**, que incorporaba sistema de **almacenamiento de energía para el vuelo nocturno**, lamentablemente acabó cayéndose en el océano Pacífico ([Source](#), → Public Domain).

# Epoca dorada (2001-presente)



Durante la última década, los UAS han florecido en todo el mundo.

El **número de sistemas operativos** y las horas de vuelo acumuladas se han expandido drásticamente en este período.

En 2002, Estados Unidos e Israel superaron cada uno las 100.000 **horas de vuelo acumuladas**. En 2011, el Ejército y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos superaron cada uno un millón de horas de vuelo acumuladas.

Los UAS son ahora **sistemas militares esenciales** que han demostrado su valor.

**Figure:** Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout ([Source](#), → Public Domain). General Atomics Reaper ([Source](#), → Public Domain). EADS Barracuda ([Source](#), → Jaypee). BAE Systems Mantis ([Source](#), → Robert Frola).

# Epoca dorada (2001-presente)



**Figure:** Aerovironment Puma ([Source](#), → Public Domain).  
Insitu ScanEagle ([Source](#), → Public Domain). DJI Spreading  
Wings S800 ([Source](#),  
→ Alexander Glinz). Honeywell RQ-16 T-Hawk ([Source](#),  
→ Public domain).

Los vehículos aéreos no tripulados pequeños (**small UAV**) también han despertado un interés significativo, especialmente porque muchos los consideran como puntos de entrada al **mercado civil**.

Aunque su tamaño más pequeño conduce sin duda a una **capacidad de carga útil reducida**, una gran cantidad de UAV pequeños y en miniatura están en funcionamiento o en desarrollo activo.

Esto se debe a que son **versátiles, portátiles y fáciles de mantener**; se pueden emplear para las mismas aplicaciones que los UAV más grandes a menor escala y a un **coste menor**.

# Epoca dorada (2001-presente)

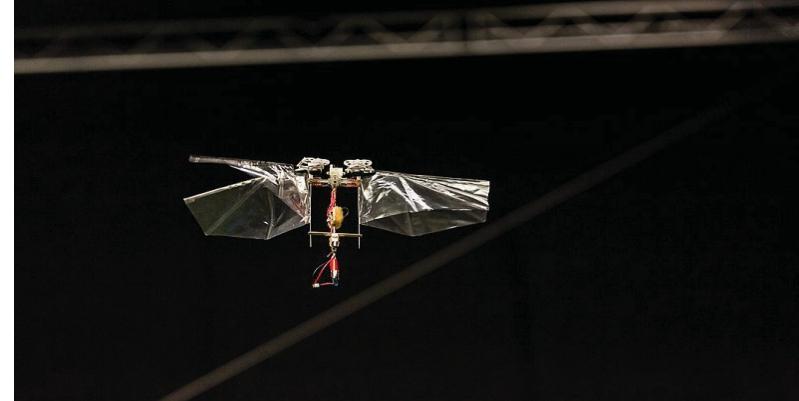


Figure: Black Hornet Nano ([Source](#), → Corporal Daniel Wiepen).  
→ Cdewagter).

Delfly Nimble ([Source](#),

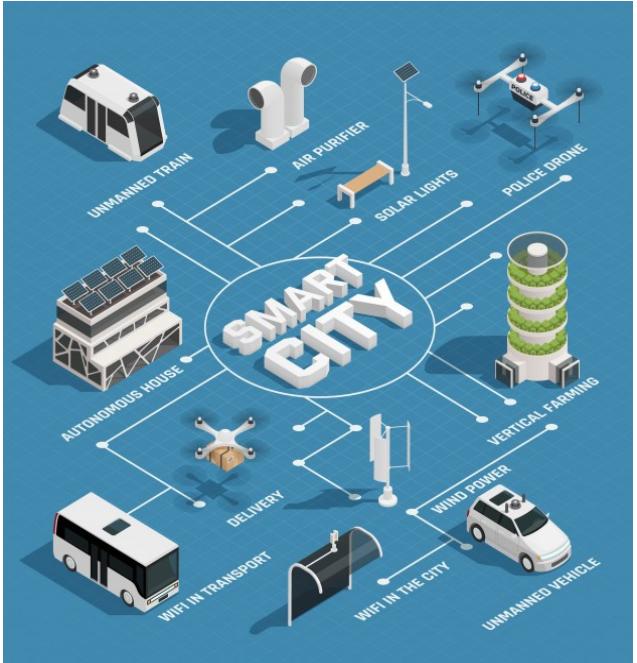
Los **MAV (Micro Air Vehicles)** todavía están en pañales, en gran parte debido a **desafíos técnicos**.

Dado que la mitad del peso de despegue de se debe a la **energía almacenada**, una de las áreas en las que los futuros diseñadores de MAV obtendrán las mayores ganancias es el área de la **densidad de energía propulsora**.

Los **sistemas de control biomimético** se han desarrollado en entornos de laboratorio, pero la capacidad de controlar un MAV con la **agilidad de un pájaro pequeño** aún elude a los diseñadores.

**La eficiencia de los componentes y el nivel de miniaturización mecánica** no son suficientes para poder competir con los sistemas biológicos.

# Futuro



Quizás el futuro de UAS sea más brillante para **las aplicaciones civiles y científicas**. Las posibilidades incluyen *ciencia climática, telecomunicaciones, transporte aéreo, protección contra incendios forestales, hacer cumplir la ley, cobertura de noticias, misiones agrícolas y ayuda en casos de catástrofe*.

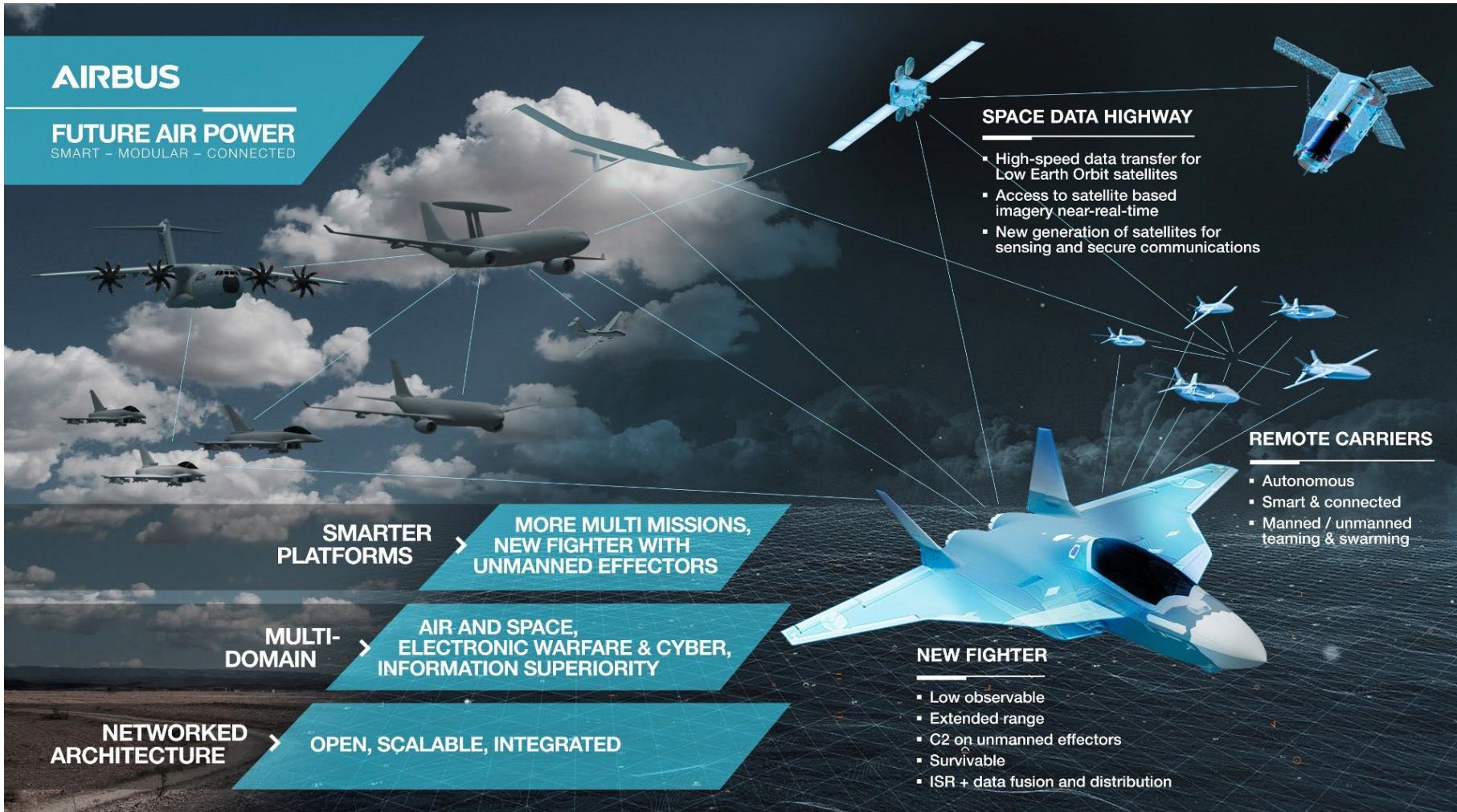
Las demostraciones provisionales han revelado el potencial de los UAS para tales usos, pero **el acceso al espacio aéreo** sigue siendo un factor limitante. Deben desarrollarse nuevas tecnologías prácticas para permitir una **integración segura en el espacio aéreo**.

Los **legisladores** deberán considerar cuidadosamente los límites apropiados para el uso de UAS civiles.

Los UAS también deben hacerse más **asequibles** para competir económicamente con los aviones tripulados.

**Figure:** Diagrama de flujo de **Smart City** ([Source](#), → Freepik). En este concepto, se aplican **las tecnologías de la información y de la comunicación** con el objetivo de proveer infraestructuras que garanticen: un *desarrollo sostenible*, un *incremento de la calidad de vida de los ciudadanos*, una *mayor eficacia de los recursos disponibles*, una *participación ciudadana activa*.

# UAS Future – MUT



# Acrónimos

<b>BLOS</b>	Beyond Line Of Sight
<b>GCS</b>	Ground Control Station/System
<b>GNC</b>	Guidance, Navigation, and Control
<b>HALE</b>	High-Altitude, Long-Endurance
<b>HTOL</b>	Horizontal Take-Off and Landing
<b>ISR</b>	Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance
<b>LoA</b>	Level of Autonomy
<b>LOS</b>	Line Of Sight
<b>MALE</b>	Medium-Altitude, Long-Endurance
<b>MAV</b>	Micro Air Vehicle
<b>MEMS</b>	MicroElectroMechanicalSystems
<b>MUT</b>	Manned/Unmanned Team
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>RPAS</b>	Remotely Piloted Aerial Systems
<b>UAS/UAV</b>	Unmanned Aerial System/Vehicle
<b>VTOL</b>	Vertical Take-Off and Landing



