

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA**



**PROGRAMA DE INVESTIGACION EN INFORMACIÓN DE LA  
BIODIVERSIDAD AMAZÓNICA – BIOINFO**

**PROYECTO :**

**DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
SOBRE BIODIVERSIDAD, SOCIOBIODIVERSIDAD Y ECONOMIA  
AMAZÓNICA (SITEC)**



**SISTEMA DE ADQUISICIÓN REMOTA DE IMÁGENES MEDIANTE  
VEHÍCULOS AEREOS NO TRIPULADOS (UAV)**

**Responsable:**

**Ing. León Arturo Bendayán Acosta**

**Iquitos - Perú**

# INDICE

## **I. Introducción**

## **II. Objetivos**

- 2.1. Objetivo General
- 2.2. Objetivo Específico

## **III. Reseña Histórica y Estado del Arte**

- 3.1. Sistema de Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV ó UAS)
- 3.2. Introducción. Origen y Desarrollo : Antecedentes

## **IV. Viabilidad Legal : Regulaciones aplicables a los UAVs**

- 4.1. Análisis mundial del estado de las regulaciones aplicables a los UAVs

## **V. Viabilidad Técnica de los Sistemas de Observación Aérea con UAVs**

- 5.1.1. Arquitectura del sistema
- 5.1.2. Plataforma de vuelo
- 5.1.3. Sistema de control de vuelo
- 5.1.4. Sistema de lanzamiento y recuperación
- 5.1.5. Carga útil
- 5.1.6. Sistema de comunicaciones
- 5.1.5 Sistema de Información geográfica
- 5.2 Procedimiento de los servicios de observación aérea con UAVs
- 5.2.1 Requerimientos del proyecto
- 5.2.2 Vuelo fotogramétrico
- 5.2.3 Georeferenciación de imágenes
- 5.2.4 Implementación de módulos
- 5.2.5 Entrega del proyecto
- 5.3 Aplicaciones de la observación aérea con UAVs
- 5.3.1 Escenarios de las aplicaciones
- 5.3.2 Principales ventajas de los UAVs
- 5.4 Comparación entre los sistemas de observación aérea
- 5.4.1 Sistema de observación aérea

## **VI. Usuarios Potenciales**

- 6.1 Usuarios internos
- 6.2 Usuarios externos

**VII. Metodología**

**VIII. Características Técnicas y Costos**

**IX. Discusión**

**X. Conclusiones**

**XI. Bibliografía**

**XII Anexo**

# SISTEMA DE ADQUISICIÓN REMOTA DE IMÁGENES (Vehículo Aéreo No Tripulado – UAV)

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la tecnología de los UAVs (siglas en Inglés de Unmanned Aerial vehicles) está siendo desarrollada por un gran número de empresas a nivel mundial y pretende ser un punto de ruptura en la evolución de la aviación militar y civil. Su principal característica es realizar vuelos sin tripulación a bordo, permitiendo abarcar un amplio abanico de aplicaciones sin poner en peligro la vida de los seres humanos.

La aparición de los UAVs viene ligada al terreno de la seguridad y defensa. De hecho, se ha usado con éxito en los últimos conflictos bélicos. Pero en los últimos tiempos se ha ampliado su uso a misiones civiles, originando la aparición de un buen número de empresas y grupos de investigación interesados en este mercado.

Indudablemente los EE.UU poseen el liderazgo en cuanto al desarrollo de los UAVs puesto que tanto empresas como las agencias federales invierten mucho en estos sistemas. Israel y Japón también han conseguido avances muy significativos.

En el ámbito  **europeo**  existen diversas iniciativas, tanto a nivel comunitario como de países. Entre los distintos programas se puede mencionar:

- **ADVANCED**: Trata de diseñar un UAV de gran altitud (HALE) para reconocimiento. España es uno de los líderes del mismo.
- **NEURON**: El objetivo es desarrollar un UAV de combate, capaz de alcanzar objetivos con precisión a la vez que sea difícilmente detectable.

En Chile la empresa IDETEC ha desarrollado con éxito su plataforma UAV SIROL, aeronave no tripulada con avanzados sistemas de control de vuelo autónomo; actualmente vienen desarrollando su nuevo UAV OT221, de propulsión eléctrica basado en la experiencia acumulada con su anterior desarrollo del SIROL.

En el Perú el Ministerio de Defensa y el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) suscribieron en octubre del año pasado un Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional, que implica una alianza estratégica para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para la creación de un Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV), con la intención de obtener imágenes e información de zonas inaccesibles por vía terrestre, así como para vigilar sus fronteras.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), para desarrollar proyectos de investigación en el ámbito territorial a pequeña escala, requiere de información espacial en tiempo real, que las tecnologías satelitales no proporcionan debido a limitaciones de carácter técnico, climático y económico.

Sin embargo en la actualidad ya existen tecnologías que permiten superar estas limitaciones; una de estas son los Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV) que proporcionan imágenes en periodos de tiempo más corto aun en condiciones de tiempo desfavorable (nubosidad) y a menor costo.

## **II. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Proporcionar tecnologías en sistemas de adquisición de imágenes a través de Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV)

### **2.2. Objetivo Específico**

- Adquirir tecnología innovadora para la captación de imágenes en tiempo real y de bajo costo.

## **III. RESEÑA HISTÓRICA Y ESTADO DEL ARTE**

### **3.1 Sistema de Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV ó UAS)**

#### **3.1.1 Introducción. Origen y desarrollo : antecedentes**

La idea de eliminar el puesto de piloto en las aeronaves es tan antigua como el inicio de la aviación, pero no fue hasta 1917, con el desarrollo del estabilizador giroscópico de Peter Cooper y Elmer A. Sperry, cuando se consiguió que una aeronave no tripulada (un modelo derivado del entrenador Curtiss N-9 de la US Navy) fuera radio controlada y dirigida en vuelo directo y nivelado durante más de 50 millas.

En el periodo de entreguerras, de baja actividad en la aeronáutica militar, llegaron a desarrollarse diversos modelos de aeronaves radio controladas utilizadas como blancos aéreos. Pero fue en la Segunda Guerra Mundial, cuando el desarrollo de la aviación y de las tecnologías de comunicaciones permitieron que en 1944, la Navy's Special Air Unit One (SAU-1) convirtiera varios PB4Y-1 (versión naval del B-24 Liberator) y B-17 Fortress en aeronaves



1917: U.S. Navy Curtiss N-9 trainer



B24 Liberator

sin piloto, al menos en la fase final de aproximación a su objetivo, controlada remotamente, armada y guiada por sistemas de televisión. El Sistema, conocido como BQ-7, se destinó a bombardear instalaciones de fabricación de los V2 alemanes en la Francia ocupada.

Los resultados no fueron demasiado satisfactorios y una vez finalizada la contienda, se ralentizó el desarrollo de los sistemas no tripulados, hasta que en 1960, la USAF comenzó el Programa AQM-34 Ryan Firebee o Lightning Bug en diferentes versiones que, a diferencia de sus predecesores, fueron diseñados desde su



1979: AQM-34 Firebee or Lightning

inicio como aviones sin piloto para ser lanzados desde una aeronave, en misiones de reconocimiento fotográfico. Su éxito fue total, realizando entre 1964 y 1975, más de 34.000 misiones operacionales sobre el Sudeste asiático con unas 1.000 unidades.

El éxito del sistema AQM-34, decidió a Israel a adquirir 12 Firebees en los años 70, modificándolos para, con la designación Firebee 1241, ser utilizados en la guerra del Yom Kippur entre Israel, Egipto y Siria, como vehículos de reconocimiento y por primera vez, como señuelos. Desde entonces, Israel comenzó a disponer de una capacidad propia para el desarrollo y la innovación de sistemas aéreos no tripulados y, a su vez, la oportunidad de su empleo operativo en los sucesivos conflictos con los países árabes de su entorno. Así, en 1978 IAI (Israel Aircraft Industries) desarrolló el Scout, UAV de pequeño tamaño y baja firma radar, capaz de transmitir imágenes en tiempo real gracias a su cámara de televisión de 360° de campo de visión, ubicada en una torreta central giratoria.



Su utilidad se puso de manifiesto en 1982, durante el conflicto del Valle de la Bekaa entre Israel,

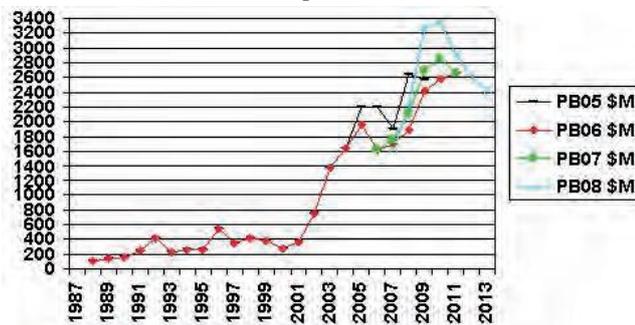
Líbano y Siria, en el que Israel utilizó su flota de Scouts (entonces denominado genéricamente como RPV-Remotly Piloted Vehicle), para activar los radares sirios, permitiendo así que fueran objetivos de los misiles antirradar de los cazabombarderos israelitas.

Desde los años 80, muchas naciones han ido incorporando paulatinamente estos sistemas a sus arsenales militares, pero los conflictos de la década de los 90, como la guerra de los Balcanes o las guerras del Golfo, demostraron las enormes posibilidades de los UAS en misiones de vigilancia y reconocimiento, provocando un mayor interés de las administraciones militares en estos sistemas. En consecuencia desde 2001 se observa un crecimiento espectacular de las inversiones gubernamentales en los UAS, en paralelo al desarrollo de nuevos conflictos en Israel, Líbano, Afganistán e Irak.

Actualmente existen más de 700 diseños de todas las categorías (de los que más de 500 son de uso exclusivamente militar), en diferentes estados de desarrollo o implementación.

En el ámbito de la OTAN, los países que la componen tiene actualmente en sus arsenales unos 51 UAV de categoría HALE, 195 MALE y unos 3.300 tácticos o Minis (1) y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos tiene declarados más de 5.300 UAV en sus inventarios. Como ejemplo, observemos en la figura: 1, el incremento que la financiación o inversión en Investigación y Desarrollo del DoD norteamericano (la producción de UAV en Estados Unidos representa más del 36% de la producción mundial), para estos sistemas, en su aplicación militar, ha sufrido desde 1987 y las previsiones hasta 2013. Se observa una fuerte caída de la financiación en 2005, debida fundamentalmente a la cancelación del ambicioso programa Access 5 de la NASA, relativo a estudios sobre seguridad, certificación e integración en el espacio aéreo, que incluía el desarrollo de prototipos y pruebas de vuelo.

Figura: 1 Inversiones del DoD norteamericano en UAV (UAS Roadmap 2007)



A pesar de ello la producción de estos sistemas en los Estados Unidos ha sufrido un incremento significativo, como muestra en la Tabla 1, que compara el número de plataformas adquiridas o en proceso de adquisición entre 2002 y 2007.

Tabla: 1 Plataformas UAV entre 2002 y 2007 (UAV RoadMap 2007)

UAS	Cantidad UAS			UAS	Cantidad UAS		
	2002	2007	Incremento 2002 - 2007		2002	2007	Incremento 2002 - 2007
<b>De Teatro y Tácticos (&gt; 10 lbs)</b>				<b>Pequeños (&lt; 10 lbs)</b>			
Buster		20	20	Aqua Puma		18	18
Pioneer	34	33	-1	Raven A & B		2469	2469
Shadow 200	24	220	196	Dragon Eye	40	705	665
Neptune		15	15	Desert Hawk		96	96
Tem		15	15	MAV (ACTD)		25	25
Mako		14	14	Swift		124	124
Tigershark		9	9	<b>Sub-Total</b>	<b>40</b>	<b>3437</b>	<b>3397</b>
Snow Goose		28	28				
Hunter	41	54	13				
IGNat		9	9				
Predator	22	90	68				
Predator B		8	8				
Global Hawk - ACTD	6	4	-2				
Global Hawk - Production		7	7				
GHMD	0	2	2				
<b>Sub-Total</b>	<b>127</b>	<b>528</b>	<b>401</b>	<b>Total</b>	<b>167</b>	<b>3865</b>	<b>3788</b>

En la Tabla 1, se observa que el máximo desarrollo corresponde a los UAV denominados «pequeños» (Mini, Micro) de un peso inferior a los 5 Kg y que operan a baja o muy baja cota. Estos UAV presentan diversas ventajas: no precisan certificaciones de aeronavegabilidad, son de relativamente bajo coste, de fácil manejo, utilizan sistemas de lanzamiento y recuperación muy simples (incluso lanzados a mano) y pueden equiparse con cargas de pago muy ligeras (básicamente electro ópticas), para llevar a cabo misiones de reconocimiento cercano, muy demandadas en los diferentes teatros de operaciones. La EDA (Agencia Europea de Defensa) ha publicado, por su parte, las previsiones de crecimiento de este sector, hasta el 2015 y como se observa en la figura 2, también destaca el crecimiento de los Mini UAV.

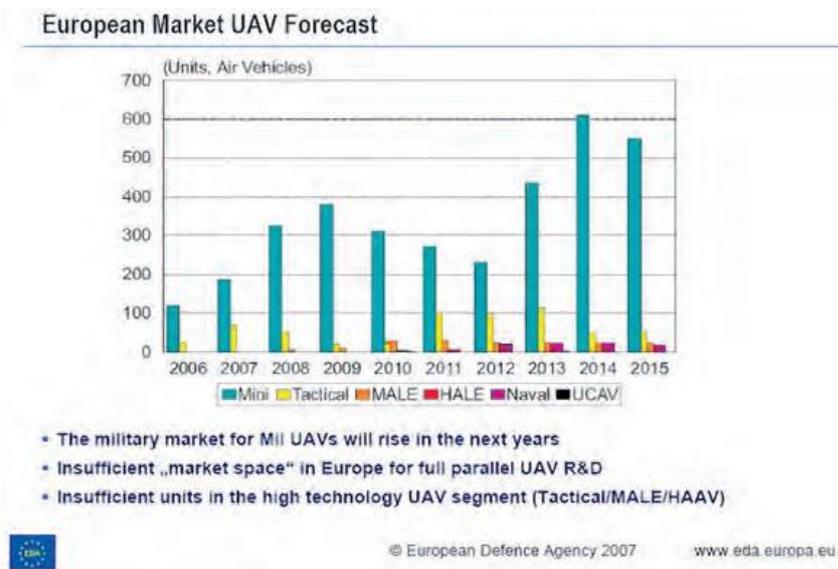


Figura 2 : Pronostico del UAV en el mercado Europeo

Durante la guerra fría y más recientemente en los conflictos del Golfo pérsico y de Bosnia, los UAV han demostrado claramente el gran potencial que pueden tener con fines militares.

Hoy en día el país que más aplicaciones y mayor número de UAV's tiene operativos es EE.UU., es de suponer que a medida que la potencia de los sistemas de abordaje vaya en aumento, las funciones que realizarán estas aeronaves tanto en el campo militar como el civil, también crezca.

En el ámbito de América Latina los países que están desarrollando o aplicando esta tecnología son los siguientes:

**IDETEC UAV CHILE:** Está basada en la industria aeronáutica civil y militar, ha presentado UAV Stardust, como una solución de bajo costo para aplicaciones de agricultura de precisión, en el mismo trayecto este país ingresa al mercado de los Target Drones en asociación con Kadet Defense Systems. Quien se convierte en distribuidor oficial para estos, no solo el ejército hizo la adquisición de UAV si no también tuvo acogida y un éxito en primera, en serie de vuelos de adquisición de datos meteorológicos con el UAV SIROL 221 para la Universidad de Chile. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile

estos seleccionaron a UAV SIROL 221 como plataforma de adquisición de datos meteorológicos. <http://www.uav.cl/>

**VENEZUELA:** Se está capacitando en la operación de vehículos aéreos no tripulados, en la base aérea Capitán Manuel Ríos, en Carrizal, estado Guárico. En enero de 2007 la Compañía Aeronáutica Venezolana de Industrias Militares (**Cavim**), confirmó la firma del convenio venezolano-iraní para la fabricación de UAVs en este país y además la adquisición de doce aviones no tripulados. Contrato elaborado con Irán que estipula la participación de Venezuela en el proceso de construcción de estos aeroplanos, que serán empleados en actividades de reconocimientos, vigilancia fronteriza y monitoreo ambiental, en misiones de vigilancia, reconocimiento, guerra electrónica, y, ataque. Esto último, porque algunos modelos pueden transportar bombas de precisión y misiles. Además existe el Proyecto ANCE (Avión No Tripulado de Conservación Ecológica) tiene como objetivo construir por medio de la investigación y desarrollo científico en el campo aeronáutico, una aeronave no tripulada (UAV) capaz de sobrevolar regiones donde exista posibilidad de desastre ecológico, como zonas de extracción petrolera, en busca de eventualidades para alertar de estas al control en tierra. <http://aviamil.com/tag/uav/>

**EN EL PERU:** UAV, desarrollado por el Ministerio de Defensa y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), planificado hace un año por un equipo integrado por investigadores civiles y militares del Ejército, la Fuerza Aérea y la Marina de Guerra. Este pequeño avión se desplazará a control remoto o a través de un programa de pre vuelo. A bordo llevará una cámara de video, radar o un detector infrarrojo, para captar la información requerida y enviarlo en tiempo real a un puesto de comando. El UAV servirá para sobrevolar zonas de desastres como incendios forestales, inundaciones, desbordes de ríos y sismos. Asimismo, podría realizar labores de vigilancia y monitoreo de fronteras. <http://blog.elgrancapitan.org/?p=2822>

**UAV EN MEXICO:** En México, el Hermes 450 estará en servicio como parte del Sistema Integrado de Vigilancia Aérea (SIVA). la Policía Federal lo ha utilizado como fuente de espionaje en las distintas zonas de las ciudades y opera desde marzo de este mismo año (2010) dos ejemplares del S4 Ehécatl, un UAV táctico y dos ejemplares del El Gavilán, un mini-UAV desarrollados por la empresa mexicana Hydra Technologies desarrolló, diseñó y manufacturó el primer avión no tripulado en México y su propósito será el de vigilar y monitorear terrenos peligrosos y fronteras mexicanas.

**UAVS EN ARGENTINA** El Ejército argentino recibirá 3 aviones UAV esperan ser usados que podrían ser utilizados en labores de inteligencia militar Los aparatos, Lipán M3, son parte del primer Sistema Aéreo Táctico No Tripulado del Ejército trasandino y que incluye una estación de control terrestre y elementos de apoyo. El Lipán es el resultado de un programa que se inició en 1996, están capacitados para obtener datos del enemigo, e información sobre las características geográficas de la zona de combate y de las condiciones meteorológicas.

**UAV EN BRASIL** La Fuerza Aérea de Brasil (FAB) lanzó su programa UAS de despliegue de pruebas de aviones no tripulados de observación (UAV) HERMES 450 de fabricación israelí ELBIT; uno de los objetivos del proyecto es desarrollar capacidades propias en Brasil, para el desarrollo y construcción local de aviones no tripulados. El proyecto evaluará las capacidades operacionales del HERMES 450 y sus potenciales aplicaciones tácticas tanto en la dimensión aérea, naval y terrestre como también su uso por parte de agencias policiales y civiles.

#### **IV. VIABILIDAD LEGAL : REGULACIONES APLICABLES A LOS UAVs**

Se describe el estado actual a nivel mundial, de las regulaciones aplicables a los UAVs, identificando las autoridades responsables y los puntos destacables en la certificación y operatividad del sistema

##### **4.1 Análisis mundial del estado de las regulaciones aplicables a los UAVs**

Actualmente existen tres países en el mundo, Australia, EUA y Reino Unido, que integran el concepto de UAV en las regulaciones descritas por las autoridades encargadas de la aviación civil.

En los UAVs de la Civil Aviation Safety Regulations 1998 – Australiana se clasifican los UAVs entre grandes y pequeños y micro UAV como Remotely Piloted Vehicles y están considerados como una excepción a los misiles en la Commerce Control List de la AAF. Se considera que legalmente, si operan entre los 60,000 y 65,000 pies de altura, les sería de aplicación íntegra las leyes generales de aviación.

En temas de certificación, según la Federal Aviation Regulations de los Estados Unidos los UAVs deberán ser acreditados como alumno piloto, piloto privado, piloto comercial o bien, piloto de transporte de líneas aéreas.

En el Reino Unido, la actividad de los UAVs está acogida dentro del espacio aéreo segregado, no obstante en los próximos años el Ministerio de Defensa MOD, del Reino Unido procurará incrementar las capacidades de este sector.

Existen algunos UAVs de uso civil, de bajo peso (<100 Kg.), que actualmente son permitidos volar sobre el espacio aéreo segregado fuera del Reino Unido pero únicamente bajo excepción específica de la Autoridad de Aviación Civil CAA (Civil Aviation Authority), y son generalmente vuelos mediante visión directa del operador o controlador del UAV y por debajo de los 400 pies de altura.

La operación de los UAVs dentro del espacio aéreo segregado, en el campo militar y civil, se encuentra en un estado crítico debido al bajo desarrollo en la técnica de detectar y evitar “sense and avoid”. Actualmente la norma de la CAA debería ser, en principio, “equivalente” a la existente regulación de aeronaves tripuladas, por lo tanto se debería maniobrar en concordancia con el reglamento de uso del espacio aéreo (Rules of The Air in a manner) del ICAO (International Civil Aviation Organization).

Por otro lado existe una iniciativa a nivel mundial, USICO ( UAV Safety Issues for Civil Operations EU Research Project), cuyo objetivo es el estudio de dos cuestiones clave: la certificación de la navegabilidad encargada de la fiabilidad en el diseño del UAV y las reglas operacionales que aseguraran que el UAV pueda funcionar en el espacio aéreo compartido.

En el caso del Perú no está regulado como tal el permiso de uso de los vehículos aéreos no tripulados (UAV) según la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC); pero en la Guía del Usuario de la (DGAC), en el capítulo III sobre Tipos de Permiso de Operación de Aviación Civil, en el inciso 2 sobre **Aviación General**, se hace referencia a uso de aeronaves con fines no comerciales, para actividades científicas, en donde podría estar inmerso el uso del UAV del IIAP; en conversaciones con el Dr. Vihelmo Velapatiño, representante de la empresa AEROKOSMOS JSC. Lima-Perú, nos hacía referencia que no es necesaria la autorización para la utilización de estas aeronaves.

## V. VIABILIDAD TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE OBSERVACIÓN AÉREA CON UAVs.

### 5.1 Arquitectura del Sistema

La arquitectura de un sistema de observación aérea mediante UAVs está formada de cinco subsistemas independientes entre ellos a nivel de desarrollo y vinculados, entre si, a nivel funcional. Los subsistemas son:

- ***Plataforma de Vuelo*** : Se compone del UAV y la carga útil a bordo de éste (cámaras de alta resolución y otros sensores). Se caracteriza por ser la encargada de sobrevolar la zona de interés y adquirir la información.
- ***Sistema de Control de Vuelo*** : Se compone de receptores GPS+EGNOS integrados en la plataforma en vuelo. Se caracteriza por ser el encargado de georeferenciar la información adquirida por la plataforma en vuelo y contribuir al control del UAV.
- ***Sistema de Lanzamiento y Recuperación***

Es el sistema utilizado para el control de los UAVs durante el despegue, la parte inicial del vuelo y la aproximación y aterrizaje (es decir, su lanzamiento y recuperación).

- ***Sistema de Comunicaciones*** : Se compone de enlaces de comunicación, vía radio, entre la estación de control y el vehículo aéreo no tripulado. Se caracteriza por ser el encargado de transferir la información adquirida por la plataforma en vuelo y garantizar la comunicación entre el centro de control y la plataforma de vuelo.

- **Sistema de Información Geográfica** : Se compone de equipos capaces de realizar el análisis gráfico de la información adquirida mediante sensores a bordo de la plataforma de vuelo e integrarla en una cartografía.

### 5.1.1 Plataforma de Vuelo

Un vehículo aéreo no tripulado, conocido por sus siglas en inglés UAV Unmanned Aerial Vehicle, es una aeronave capaz de volar sin piloto a bordo e integrar sistemas de posicionamiento como GPS, GPS+EGNOS, navegación GIS, servomecanismos y una CPU, encargada de pilotar el avión sin necesidad de tripulación.

Según el tipo de control del UAV, éstos se clasifican en:

- **Autónomo**: Modo de control de un UAV donde se espera que el vehículo realice su misión dentro del ámbito programado, con sólo un monitoreo desde tierra. El modo de control incluye la operación automática completa, funciones autónomas (despegue, aterrizaje, evitación de colisiones, etc.) y operación inteligente.
- **Semi-autónomo**: Modo de control de un UAV donde el piloto realiza cambios y conduce la misión a través de una interfaz de administración del vuelo. Sin esta información el UAV realizará operaciones automáticas pre-programadas. Puede o no incluir algunas funciones completamente autónomas (despegue, aterrizaje, evitación de colisiones, etc.).
- **Remoto**: La totalidad del control del vehículo se realiza remotamente.

Según la altitud y autonomías del UAV, éstos se dividen en:

- Baja altitud, autonomía alta.
- Altitud media, autonomía alta. (MALE)
- Alta altitud, autonomía alta. (HALE)

Según el tamaño y peso del UAV, éstos se dividen en:

- *Micro UAV*. Tampoco existe una definición estándar, pero el peso de los UAVs denominados bajo el adjetivo micro suelen tener un peso inferior a 1Kg.
- *Mini UAV*. Sin existir una definición estándar, los UAVs del mercado denominados mini UAV tienen un peso entre 1-20Kg.

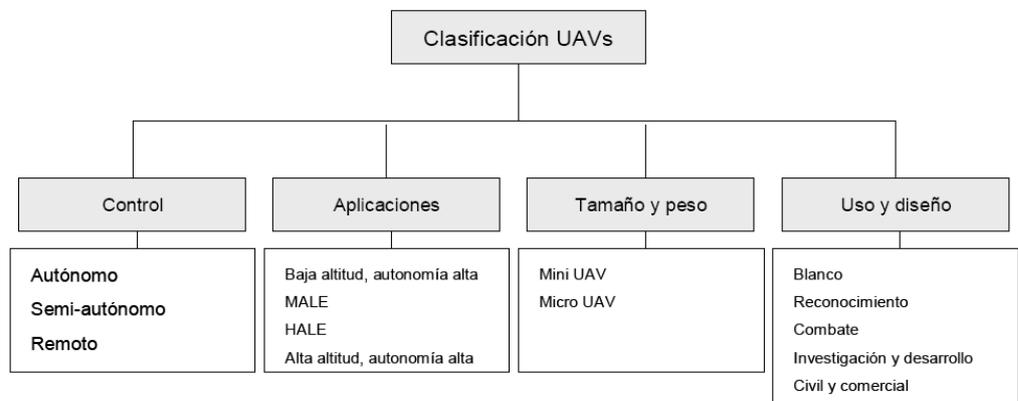
Tabla 2 : Tipología de UAVs

Tipo	Max. Altura vuelo	Max. Distancia operación	Capacidad de carga	Sensores Típicos	Comentarios adicionales	Ejemplo
Micro-UAV	600 m.	2 km.	< 1 Kg.	Vídeo, cámara Pequeña y/o IR	Transportables y lanzados a mano, duración de vuelo < 1 hora	Aladin (Alemania) Stardust (Chile)

Mini-UAV	2 Km.	10 km.	< 10 Kg	Vídeo, cámara y/o IR	También denominados UAV de proximidad, duración de vuelo 1 hora	Bird Eye (Israel)
Corta distancia	4.5 Km.	50-150 Km.	<100 Kg.	Vídeo cámara, IR, Radar, ELINT	También denominados tipo OTAN, o UAV táctico	Sperwer (Francia)
Media distancia	6 Km.	200 Km.	< 150 Kg.	Vídeo cámara, IR, Radar, ELINT	---	Hermes 450 (Israel)
MALE	10 Km.	200 Km.	< 300 Kg.	Vídeo cámara, IR, Radar, ELINT	Duración de vuelo de decenas de horas	Predator (USA)
HALE	> 10 Km.	> 1000 Km.	> 300 Kg.	Vídeo cámara, IR, Radar, ELINT	Duración de vuelo de decenas de horas	Global Hawk (USA)

Según el uso y el diseño del UAV, éstos se clasifican en:

- Blanco: simula un avión o un misil del enemigo.
- Reconocimiento: abastece inteligencia en el campo de batalla.
- Combate: proporciona capacidad de ataque en misiones de riesgo elevado.
- Investigación y desarrollo: desarrolla tecnología.
- Civil y comercial: aeronaves destinadas a realizar aplicaciones civiles y ser comercializados.

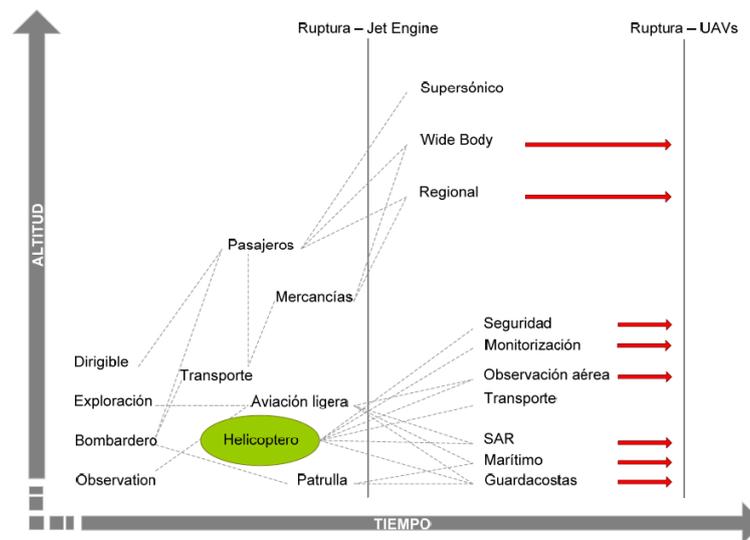


**Figura 3** Arquitectura General del Sistema

En la actualidad el uso de los UAVs se ha extendido de manera notable, en el ámbito civil, fundamentalmente en operaciones donde el riesgo de pérdidas de vidas humanas es probable.

La Figura 4 muestra la evolución de la aviación civil, donde se observan dos grandes puntos de ruptura que marcaron y marcarán un antes y un después en:

- Diseño y fabricación de aeronaves
- Servicios aéreos
- Accesibilidad al mercado, etc.

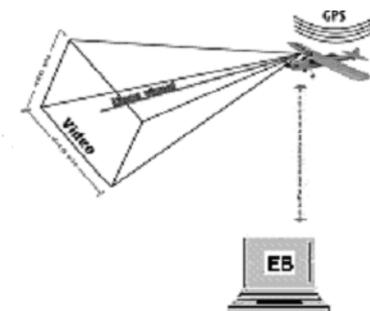


**Figura 4** Evolución de la aviación civil

### 5.1.2 Sistema de control de vuelo

El principal requerimiento de un UAV es el Sistema de Control de Vuelo (FCS), piloto automático. Al inicio, los UAVs se pilotaban mediante control remoto pero a medida que las velocidades y alcances de éstos se aumentaban, se desarrolló un método más práctico, el control automático.

- Sistema de control remoto : Utilizado para volar el UAV. Suele ser un enlace de comunicaciones radio bidireccional y/o un ordenador a bordo, conectado a un sistema inercial y un GPS, capaz de realizar la navegación



Descripción gráfica de la plataforma



Estaciones terrestres

Hasta mediados de los años 90, los sensores para implementar el **piloto automático** de los UAVs eran grandes y caros. Se utilizaban dos tipos de sensores, precisos pero pesados, grandes y costosos, para mantener el avión controlado (horizonte artificial) :

- Giroscopios mecánicos
- Medidores de velocidad

A partir de entonces, apareció un tipo de sensores miniaturizado (MEMS, Micro Electro Mechanical Sensors), fabricados con la misma tecnología con la que se fabrican los chips y con capacidades similares a los giroscopios mecánicos y medidores de velocidad. Los sensores MEMS tienen un tamaño milimétrico, están dotados de muy alta fiabilidad y tienen un costo reducido. De este modo, mediante sensores tipo MEMS se han podido diseñar e implementar pilotos automáticos de dimensiones reducidas.

El mercado de sistemas de control de vuelo implementado con MEMS es muy reciente y por lo tanto, existen pocas empresas a nivel mundial que ofrezcan sistemas completos de control de vuelo y lo comercialicen. Las empresas que diseñan y fabrican UAVs normalmente no desarrollan sistemas de control de vuelo. Ellas compran el FCS a distribuidores y lo modifican, adaptándolo a sus vehículos y necesidades.

Los clientes de control de vuelo son particularmente sensibles a la fiabilidad del sistema. El alto valor de los aviones, al igual que la posibilidad de daños en tierra, avala dicha sensibilidad.

El mercado de sistemas de control se caracteriza por:

- Se beneficia del crecimiento exponencial del mercado de UAVs ya que los fabricantes de UAVs no suelen diseñar sistemas de control de vuelo.
- Hay pocos competidores, y con poca experiencia (5 ó 6 años).
- Los compradores de FCS, les hacen modificaciones para adaptarlos a sus aplicaciones y necesidades.

### 5.1.3 Sistema de lanzamiento y recuperación

Es el sistema utilizado para el control de los UAVs durante el despegue, la aproximación y el aterrizaje (es decir su lanzamiento y recuperación). Estos

sistemas varían en función del tamaño y peso de los UAVs. Los sistemas son los siguientes:

- **Sistema de lanzamiento:** Muchos de los UAVs de tamaño pequeño/medio despegan mediante un sistema basado en catapulta o mediante un cohete. En el caso de los micro UAVs pueden incluso lanzarse con la mano. Los sistemas más grandes pueden despegar como un avión normal, con un tren de aterrizaje. Ver figuras.

Sistema de vuelo manual



Sistema de vuelo manual



Sistema con catapulta



Sistema con tren de aterrizaje



- **Sistema de recuperación:** Los primeros modelos usaban un paracaídas para aterrizar. Los modelos modernos son capaces de aterrizar como un avión normal, con un tren de aterrizaje y un sistema de frenado. Ver figuras.



## 5.1.4 Carga útil

La carga útil que llevan embarcados los UAVs consiste en los medios y equipos necesarios para llevar a cabo la misión. La carga útil puede ser controlada por el piloto automático (misión completamente programada) o por el operador de tierra.

### 5.1.4.1 Sensores

El tipo de sensores requeridos depende básicamente del UAVs y de su misión, como regla general, la mayoría de las plataformas llevan tres tipos de sensores; Electro-ópticos (EO), Infrarrojos (IR) y Radar de Apertura Sintética (SAR).

- **Sensores electro-ópticos e infrarrojo (EO/IR)**



Sensor electro-óptico

El sistema de sensores EO/IR incluye normalmente dos sensores principales: una cámara CCD y un sensor IR, además de otros sensores para cubrir otras funcionalidades.

*El sensor IR* es un sistema de imagen en el rango de los infrarrojos que detecta y diferencia un objeto de otro en función de la diferencia de temperatura, por lo que puede ser usado tanto por el día como por la noche, lo que lo hace ideal para multitud de misiones. Son los que más se usan en la mayoría de los UAVs tanto por su capacidad de miniaturización como por la capacidad de transmitir datos en tiempo real para ayudar al piloto de control.

*La cámara CCD* solo se usa durante el día, e incluye alta resolución y magnificación para ayudar a identificar el objeto.

Entre los sensores adicionales que se ofrecen están el designador láser, telémetro láser, etc., aunque lo que se persigue en el sistema es a miniaturizar y a reducir peso y volumen de la carga útil.

- **Radar de apertura sintética (SAR)**



Radares SAR

Es un radar activo de alta resolución en distancia que emite energía en la frecuencia de las microondas en forma de pulsos, recibe los ecos provenientes de las reflexiones de la señal en los objetos, y mediante el movimiento relativo entre la plataforma aérea y el blanco es capaz de generar una apertura sintética que mejora la resolución azimutal respecto del ancho de haz de la antena. En los modos SAR más comunes el avión describe una trayectoria recta, de modo que el movimiento relativo entre la plataforma y el terreno (blanco objetivo) suele ser conocido. De esta manera, se obtienen

imágenes radar de alta resolución en ambos ejes desde plataformas aéreas, permitiendo visualizar el terreno en aquellos lugares donde la oscuridad, las nubes, las condiciones meteorológicas adversas o incluso los árboles no permiten tomar imágenes con una cámara tradicional. Trabaja tanto durante el día como durante la noche y es relativamente insensible a cobertura nubosa y condiciones de lluvia.

Esta tecnología tiene un gran interés por sus múltiples aplicaciones tanto para la vigilancia y observación, como para protección civil, protección medioambiental, misiones de ayuda humanitaria, determinación del grado de humedad del suelo (lo cual puede ser interesante para la agricultura) así como la detección de contaminación marina, vertidos, emisión de gases, etc.

Es un radar activo de alta resolución en distancia que emite energía en la frecuencia de las microondas en forma de pulsos, recibe los ecos provenientes de las reflexiones de la señal en los objetos, y mediante el movimiento relativo entre la plataforma aérea y el blanco es capaz de generar una apertura sintética que mejora la resolución azimutal respecto del ancho de haz de la antena. En los modos SAR más comunes el avión describe una trayectoria recta, de modo que el movimiento relativo entre la plataforma y el terreno (blanco objetivo) suele ser conocido. De esta manera, se obtienen imágenes radar de alta resolución en ambos ejes desde plataformas aéreas, permitiendo visualizar el terreno en aquellos lugares donde la oscuridad, las nubes, las condiciones meteorológicas adversas o incluso los árboles no permiten tomar imágenes con una cámara tradicional. Trabaja tanto durante el día como durante la noche y es relativamente insensible a cobertura nubosa y condiciones de lluvia.

Esta tecnología tiene un gran interés por sus múltiples aplicaciones tanto para la vigilancia y observación, como para protección civil, protección medioambiental, misiones de ayuda humanitaria, determinación del grado de humedad del suelo (lo cual puede ser interesante para la agricultura) así como la detección de contaminación marina, vertidos, emisión de gases, etc.

### **5.1.5 Sistema de comunicaciones**

Las comunicaciones se utilizan básicamente para la transmisión y recepción de datos:

- Entre la plataforma de vuelo y la estación de control, formando un enlace de *telemetría*.
- Entre la plataforma de vuelo y la estación de monitorización de imágenes, formando un enlace de *datos*.

#### **5.1.5.1 Enlace de telemetría**

Se utiliza el sistema de comunicaciones inalámbrico, GPRS, basado en la conmutación por paquetes. Pertenece a la generación 2.5G, por ser el resultado de la evolución de GSM (2G) y representar un paso hacia los sistemas 3G.

Es una tecnología superpuesta a la infraestructura GSM existente, ya que únicamente requiere algunas modificaciones sobre la red GSM para permitir la conexión de datos y transmitir paquetes de información vía radio, utilizando el protocolo IP.

GPRS opera en la banda de VHF a 900MHz y por tanto, requiere licencia para su operación. La velocidad que proporcionan los terminales GPRS (cuando están a máximo rendimiento) es de 128 kbps.

Una de las aportaciones más importantes de GPRS es permitir la posibilidad que la estación de control y la plataforma de vuelo tengan una conexión permanente.

#### **5.1.5.2 Enlace de datos**

Se utiliza en el protocolo inalámbrico 802.11, WiFi para redes de área local que opera en la banda UHF a 2.4 GHz. No requiere licencia para su utilización.



La velocidad de transmisión es variable en función de las especificaciones, siendo el rango operativo de 11-54 Mbps. El alcance varía en función de la potencia de transmisión y el medio de propagación, llegando a ser 50 km. Mediante enlaces punto a punto.

#### **5.1.6 Sistema de Información Geográfica**

Un Sistema de Información Geográfica, SIG, es el conjunto de software de ordenador, hardware y periféricos que transforman datos espaciales referenciados geográficamente en información sobre localizaciones, interacciones espaciales y relaciones geográficas de las entidades fijas y dinámicas que ocupan un espacio en entornos naturales o construidos.

Los componentes de un SIG son :

- Datos
- Software SIG
- Hardware

##### **5.1.6.1 Datos**

Cada dato geográfico que aparece en un sistema de información geográfica lleva asociado un identificador de localización y una serie de observaciones sobre los fenómenos que caracterizan su entorno. El SIG traduce los contenidos del entorno en puntos, líneas y polígonos :

- Los puntos indican lugares. Se pueden visualizar sobre un mapa junto con información y relaciones espaciales.
- Las líneas equivalen a las uniones, siendo también perímetros o líneas fronterizas
- Los polígonos hacen referencia a las áreas. Pudiendo contener éstas informaciones diversas : geográfica, demográfica, etc.

### 5.1.6.2 Software y hardware SIG

El software SIG es el conjunto de programas capaces de realizar la manipulación de los datos y desarrollar aplicaciones en un sistema de información geográfica. Este tipo de software gestiona los datos, y no gráficos, con precisión y fiabilidad. Realiza análisis espaciales, para la obtención de medidas (cálculos de distancias, tamaños); y análisis de síntesis, mediante capas de mapas (particularizar, añadir y eliminar).

El hardware SIG es el conjunto de equipos utilizados en el almacenamiento y procesado de los datos contenidos en el sistema.

## 5.2 Procedimiento de los servicios de observación aérea con UAVs

En esta etapa se describe el procedimiento que debe seguir cualquier Institución o Empresa dedicada a ofrecer servicios de observación aérea.

La Figura 5 muestra las fases del proceso.



**Figura 5** Proceso de servicio de UAV

### 5.2.1 Requerimientos del proyecto

El objetivo de la identificación de los requerimientos del proyecto se basa en el conocimiento de las necesidades del cliente y determinación de los siguientes parámetros:

- Zona geográfica
- Superficie a fotografiar
- Requerimientos de escala en las fotografías
- Definición de los módulos a implementar
- Presupuesto

### 5.2.2 Vuelo fotogramétrico

La misión del vuelo fotogramétrico tiene por objeto, el sobrevolar la zona a altura y velocidad constante, describiendo una serie de trayectorias, paralelas entre sí, mediante su control de deriva.

Dentro de una trayectoria, la cámara irá tomando fotografías de terreno con cadencia tal, que la distancia entre dos puntos principales consecutivos, asegure un recubrimiento longitudinal prefijado entre fotografías adyacentes. Entre dos trayectorias consecutivas, generalmente voladas en sentido inverso, existirá otro recubrimiento transversal, previamente fijado. (Ver Figura 6 y Figura 7).

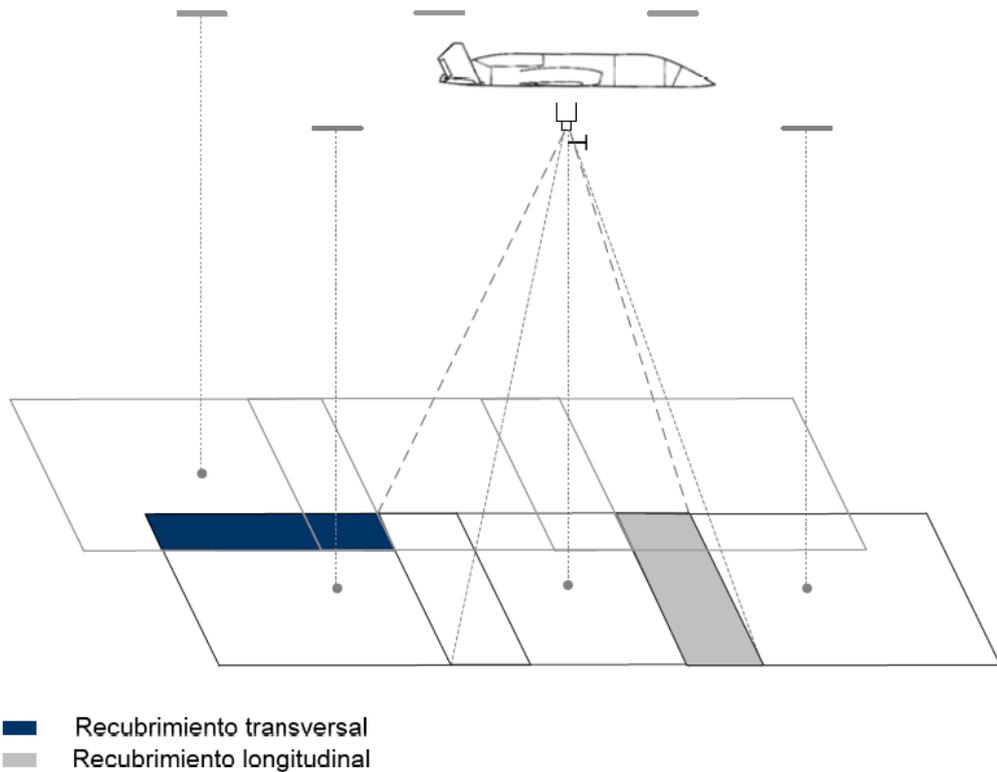


Figura 6 Vuelo fotogramétrico (a)

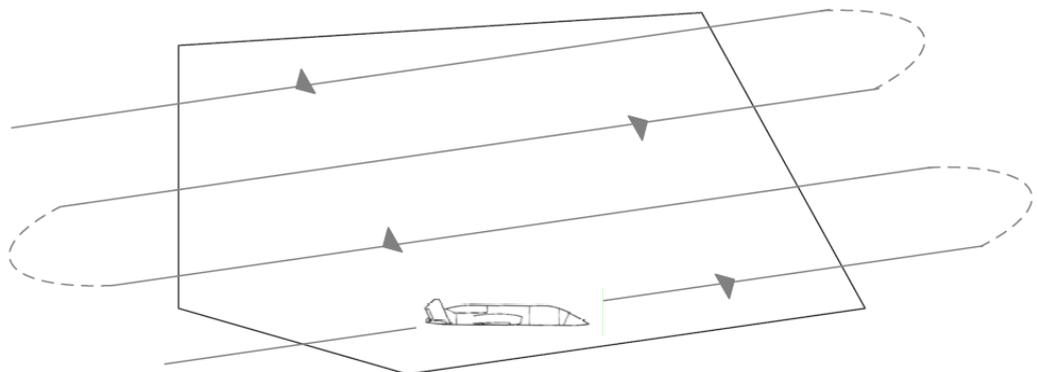


Figura 7 Vuelo fotogramétrico (b)

### 5.2.2.1 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas hacen referencias a las características de los sensores, a bordo de la aeronave, encargados de la recopilación de los datos.

Escala: 1:5.000

Focal: 60 mm

Cámara : Sony FCB-EX 780 BP

Dimensiones fotografía: 10.3 x 10.3 cm.

Recubrimiento longitudinal: 60% +- 05%

Recubrimiento lateral: 30% +- 20%

Avión: UAV

### Factores importantes

A parte de las especificaciones técnicas también se tienen en cuenta, para la realización del proyecto, los siguientes factores o exigencias:

Uso de la fotografía aérea (cuantitativo o cualitativo)

Finalidad del producto deseado (mapa, plano, mosaico)

Especificaciones de exactitud

Formas y tamaño del área que se debe fotografiar

Relieve que hay en el área

Escala necesaria del modelo

Altitud de toma de las fotografías

### 5.2.2.2 Escala de la fotografía

La escala de la fotografía se determina como una función representativa en la misma forma en que se designa la escala de un mapa. Sin embargo, la escala de la fotografía es sólo aproximada a causa de los tantos cambios, producto de las variaciones del terreno en función de la altura el vuelo.

1.- Para determinar la escala de la fotografía aérea (vertical), se usa la altura de vuelo media (H) y la distancia focal (f) de la cámara encargada de la fotografía.

En el caso del sistema UAVAS:

- $f_{\text{máx}}$ : 60mm.
- $H_{\text{máx}}$ : 300m.

Siendo:

$$\text{Escala foto} = \frac{f}{H} = \frac{60 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{300 \text{ m}} = \frac{1}{5000}$$

2.- Para determinar la distancia en el terreno, del lado de una fotografía vertical, es necesario conocer la distancia focal de la cámara (f), las dimensiones de la fotografía y la altura de vuelo (H).

En el caso del sistema UAVAS:

$f_{\text{máx}}$ : 60 mm.

Dimensiones fotografía: 10.3 \* 10.3cm

$H_{\text{máx}}$ : 300 m.

Siendo :

$$Dist.terreno = \frac{H * Dimension\ fotografia}{f} = \frac{300m * 10.3 \cdot 10^{-2} m}{60 \cdot 10^{-3} m} = 515m$$

### 5.2.2.3 Planificación del vuelo fotogramétrico

Una vez obtenidos los datos de las especificaciones técnicas y los factores importantes a considerar en la misión fotogramétrica se puede iniciar la planificación de vuelo. Para UAVAS se considera:

Escala (E) = 1:5000

Focal = 60 mm.

Formato del fotograma (s) = 10.3 \* 10.3 cm.

Recubrimiento longitudinal = 60% ± 05%

Recubrimiento lateral = 30% ± 20%

Tipo de avión = UAV

a.- Abarcamiento total de cada foto en el terreno (S)

Se multiplica el denominador de la escala por el formato del fotograma (S).

$$S = E * s = 5000 * 10.3 \cdot 10^{-2} m = 515m$$

Donde E: denominador de la escala

s: formato del fotograma

b.- Distancia entre líneas de vuelo (D)

Se multiplica el abarcamiento total (S) por 0.7 (siendo el recubrimiento lateral el 30%)

$$D = S * 0.7 = 515m * 0.7 = 306,5m$$

Donde S: Abarcamiento total

0.7: 70% (diferencia del 30%)

c.- Avance entre foto y foto (a)

Se multiplica el abarcamiento total por 0.4 (siendo el recubrimiento longitudinal el 60%)

$$a = S * 0.4 = 515m * 0.4 = 206m$$

Donde S: Abarcamiento total

0.4: 40% (diferencia del 60%)

d.- Cantidad de líneas de vuelo

La cantidad de líneas de vuelo está dada por el cociente entre el ancho de la zona y la distancia entre líneas.

Éstas se deben trazar en la carta de acuerdo a la distancia entre líneas (D). La orientación de las líneas de vuelo deberá estar de acuerdo a la topografía del terreno, esto para evitar diferencias excesivas en la escala dentro de una misma línea de vuelo.

Ancho de la zona = 500ha = 2236.1m

$$\frac{D}{A} = \frac{2236.1m}{306.5m} = 6.2 \approx 7 \text{ líneas}$$

En el caso que no sea un entero exacto se debe obligatoriamente aproximar al superior (en caso contrario, quedaría una zona sin ser fotografiada), además, también es necesario considerar que la primera línea de vuelo debe quedar cubriendo un 30% del abarcamiento total de la foto fuera del límite o borde de la zona de trabajo, por donde se ha planificado comenzar a marcar la carta. Es aconsejable, además alargar cada línea fuera del límite de zona en un 70% del abarcamiento total de la foto.

e.- Cantidad de kilómetros lineales

Está dado por el largo de la zona de vuelo, que no tiene porque ser constante en toda el área de vuelo a fotografiar. En el caso particular de UAVAS con 500 ha. de superficie, tendremos:

L-1: 2.236 km                      L -2: 2.236 km  
L-3: 2.236 km                      L-4: 2.236 km

L-5: 2.236 km                      L-6: 2.236 km  
L-7: 2.236 km

Total = 15.652km

f.- Cantidad de fotos

Se dividen los kilómetros lineales obtenidos por el avance (a).

$$Fotos = \frac{km \text{ lineales}}{a} = \frac{15.652km}{0.206km} = 75 \text{ fotos}$$

g.- Cantidad total de fotos

Al total de fotos se le deben sumar 4 por línea de vuelo planificado.

Total de fotos = fotos + (4 x cantidad de línea de vuelo) = 75 + 28 = 103  
fotos

#### h.- Cálculo de tiempo de vuelo directo

Es el que se realiza exclusivamente con la cámara operando y tomando fotografías en las líneas de vuelo planificadas más 5 minutos por cada línea de vuelo (entrada y salida).

Cabe considerar que el UAV utilizado avanza a 100 km/h.

$$\begin{aligned} \text{Horas de vuelo directo} &= \frac{\text{km lineales}}{100\text{km/h}} \frac{60\text{min}}{1\text{h}} + (5\text{min} * \#\text{líneas}) \\ &= \frac{15.65\text{km}}{100\text{km/h}} \frac{60\text{min}}{1\text{h}} + (5\text{min} * 7\text{líneas}) \\ &= 9,39\text{min} + 35\text{min} = 44,39\text{min} \end{aligned}$$

#### i.- Error máximo de navegación

El máximo permitido en la navegación de una línea de vuelo es de 10% del abarcamiento total a ambos lados del eje de la línea de vuelo, lo que le dará como resultado un mínimo de 10% a un máximo de 50% de recubrimiento lateral. Este margen de error deberá ir marcado en la carta, como una línea segmentada, a ambos lados de cada línea de vuelo.

#### j.- Rumbo magnético de cada línea de vuelo

Se determina el acimut con respecto al norte geográfico en grados, de cada línea de vuelo y posteriormente se le resta la variación magnética correspondiente a la zona de vuelo.

#### k.- Hora fotogramétrica

La altitud escogida para la tomas fotográficas va a determinar la altura del sol y las posibles horas fotogramétricas de vuelo. Para fotogrametría, la altura optima del sol va a depender de la topografía del terreno. Por esta razón se ha tomado como inclinación mínima 30 con respecto al horizonte como valor límite ordinario.

### 5.2.2.4 Factores adversos

Para los cálculos y el esquema de vuelo, se han supuesto condiciones ideales y se asumen criterios que en la práctica no se aplican, debido a diversos motivos. Las condiciones que se suponen son:

- Las fotografías son verticales
- Las líneas de vuelo son paralelas
- Los recubrimientos son constantes
- No existen fallos humanos ni técnicos (el sistema es 100% fiable)
- La cámara se halla perfectamente calibrada y la lente no tiene distorsión.

Estas condiciones ideales se ven afectadas en la práctica, por factores atmosféricos, el viento, las corrientes, las vibraciones de la cámara, fallas en la operación, fallas humanas etc. Por esto las fotografías no salen perfectamente verticales, ni las líneas suelen ser paralelas. Las nubes aparecen en las fotografías en mayor o menor calidad o faltan los sistemas auxiliares de vuelo, etc. Esto hace necesario efectuar una inspección del vuelo ejecutado, comparando el resultado obtenido con lo planificado inicialmente y con las especificaciones o tolerancias admisibles.

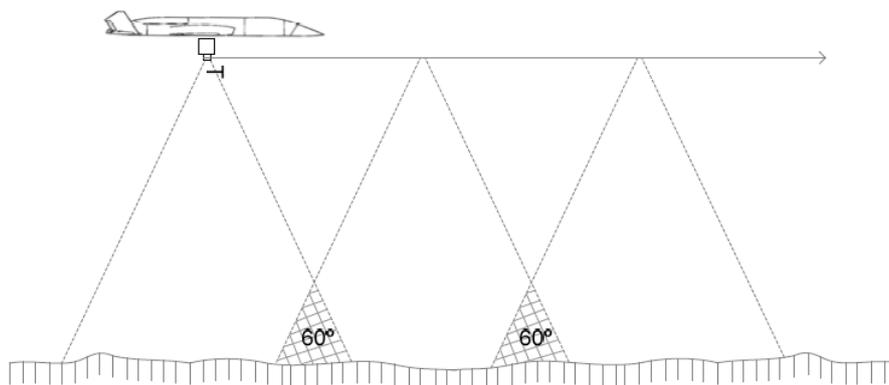
### 5.2.2.5 Control de vuelo

En todo vuelo aerofotogramétrico lo óptimo e ideal es que las líneas voladas pasen exactamente sobre la línea planificada y trazada en la carta, pero no siempre es así, por eso se permite un error máximo de un 10% del abarcamiento total de la fotografía.

Para el control de ésta y otras exigencias del vuelo, se hace un copiado en papel de las fotografías aéreas, se trazan las líneas y se procede a evaluar lo siguiente :

a.- Traslape o recubrimiento longitudinal:

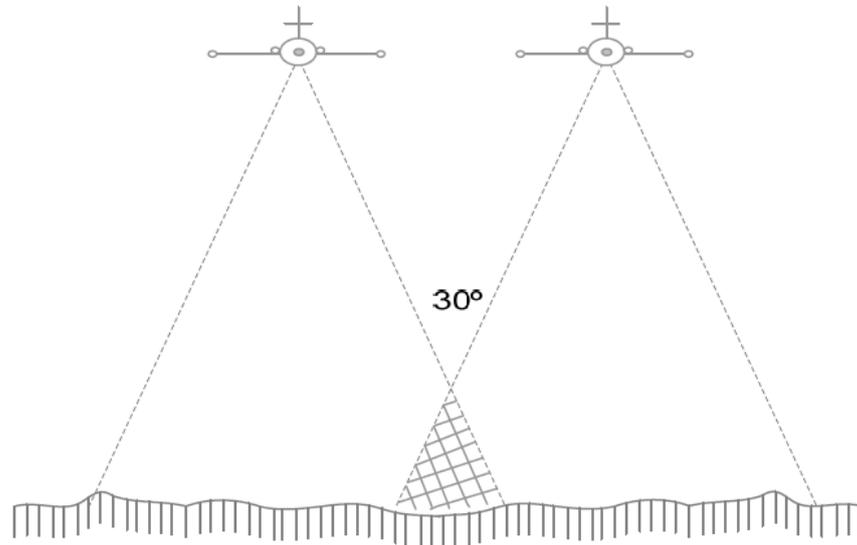
Todo vuelo aerofotogramétrico para fines cartográficos no debe tener menos del 53% ni más de 65% de recubrimiento en el sentido longitudinal, manteniendo un promedio general de toda la línea de 56%. En áreas donde existen enormes variaciones de elevación de terreno, no debe haber un valor máximo para el traslape a lo largo del borde delantero. Figura 8



**Figura 8.** Traslape o recubrimiento longitudinal

b.- Traslape o recubrimiento lateral:

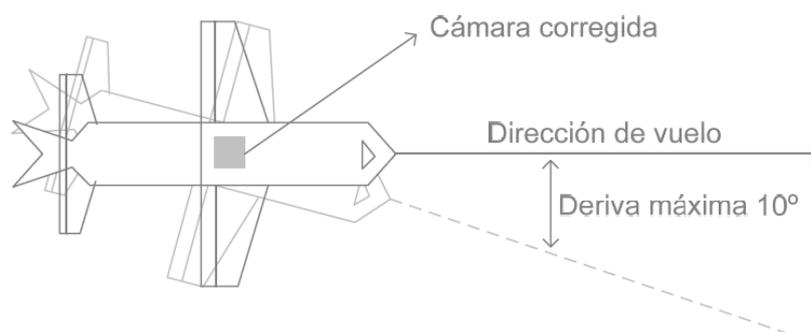
Para cubrir un área en la que se necesitan dos o más líneas de vuelo, éstas deben cubrirse lateralmente en un 30%, permitiendo en algunos casos específicos un mayor traslape lateral, no pudiendo aceptar menos de un 10%. El traslape lateral se determinará después de efectuar el control de la deriva, inclinación del avión, relieve y otros factores solicitados por el usuario.



**Figura 9.** Traslape o recubrimiento lateral

c.- Deriva:

La deriva no debe exceder más allá de  $10^\circ$ . figura 10

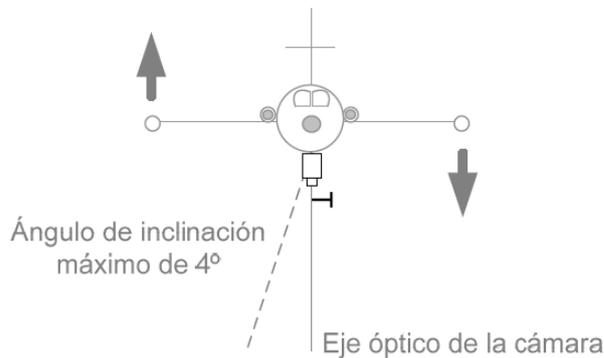


**Figura 10** Deriva

d.- Inclinación:

La inclinación no debe exceder de 4 para ninguna exposición (fotograma). La línea de vuelo y de 1,5 promedios para todo el proyecto. Para este control se usa la misma plantilla utilizada para el recubrimiento longitudinal.

Para una mayor precisión de este control se hacen un par de diapositivas, las que se colocan en el aparato de restitución para tener una información exacta.



**Figura 11.** Inclinación

e.- Evaluación:

El promedio de evaluación es el análisis obtenido a través de la investigación de los puntos anteriores. Este análisis conduce a la decisión de aceptar o rechazar la fotografía.

### 5.2.3 Georeferenciación de imágenes

Una vez realizado el vuelo se procederá a la realización de la georeferenciación de las imágenes. La georeferenciación de imágenes o también denominado “geotagging”, consiste en añadir en el fichero de una imagen, información sobre la posición en el momento de la toma y datos sobre las características técnicas y el contenido de la misma.

Para georeferenciar una imagen se ha de obtener la posición geográfica (latitud, longitud, altura y ángulo) en el momento preciso de su captura. Para ello se puede:

- Utilizar una cámara digital con GPS incorporado. La propia cámara graba, en la foto, la información sobre la posición que le da el GPS incorporado.
- Utilizar una cámara digital y un GPS no integrados entre sí. En este caso únicamente será necesario tener un programa capaz de grabar en formato EXIF dentro del fichero de la foto, los datos obtenidos por el receptor GPS.
- Utilizar únicamente una cámara digital. En este caso será necesario, en primer lugar, localizar la posición donde se ha capturado la imagen (mediante una cartografía) y después grabar las coordenadas en el fichero de la imagen como en el caso anterior

### 5.2.4 Implementación de módulos

Una vez obtenidas las imágenes y su procesado, existe la posibilidad de implementar dos módulos, en el caso de UAVAS. El primero consiste en realizar el tridimensionado de las fotografías y el segundo implementar una

interfaz de usuario interactiva que permita al cliente escoger los parámetros que desea obtener.

### 5.2.5 Entrega del proyecto

La última fase del proyecto consiste en la entrega al cliente de las imágenes georeferenciadas y la información obtenida a partir del tratamiento digital de éstas.

## 5.3 Aplicaciones de observación aérea con UAVs

Tradicionalmente, los UAVs se han venido utilizando como agentes de Inteligencia, Vigilancia, Reconocimiento y localización de objetivos (ISR/TA). Pero existen otras muchas aplicaciones para estos sistemas desarrollados, inicialmente, para usos militares y defensa, el abanico de posibilidades de aplicación se extiende al terreno civil y comercial a medida que se avanza en el desarrollo de tecnologías y en el terreno de la normativa y certificación.

A medida que las investigaciones avanzan, la tecnología madura, mejora e innova, de forma que los UAV son capaces de llevar a cabo misiones cada vez más complejas.

### 5.3.1 Escenarios de las aplicaciones

Muchas de las aplicaciones de los UAVs en el campo militar pueden ser exportadas al terreno civil, Figura 11; hay que tener en cuenta que, la proliferación de los UAVs en este ámbito pasa necesariamente por el desarrollo de normativa y certificación que permitan la libre circulación de estos aparatos en toda clase de espacios aéreos.

La observación aérea conlleva un análisis de la superficie terrestre mediante el empleo de sensores a bordo de diversos medios aéreos entre ellos las aeronaves tripuladas, los UAVs y los satélites.

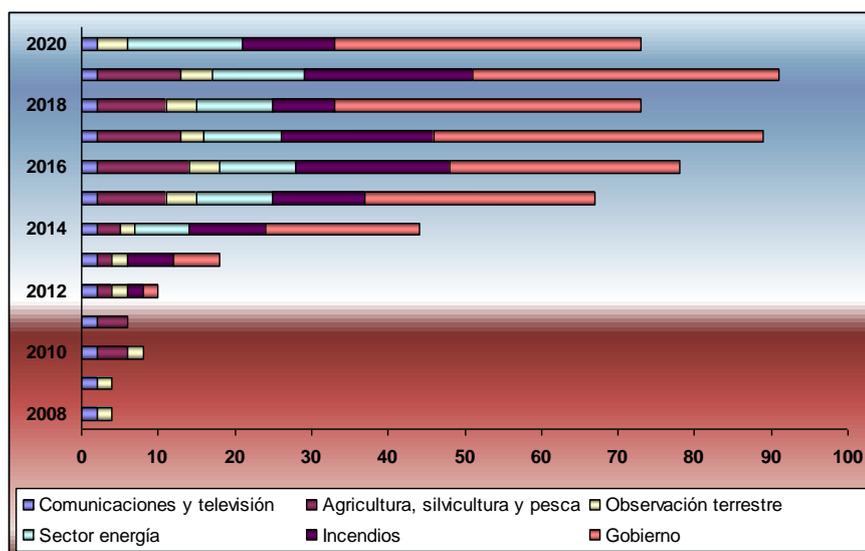


Figura 11 Evolución del mercado de los UAVs civiles y comerciales en la Unión Europea

En el presente se detallan algunas de las aplicaciones de observación aérea divididas en tres grandes apartados: **vigilancia y observación terrestre**, **vigilancia y observación marítima**, y **filmación y fotografía aérea**.

### 5.3.1.1 Vigilancia y observación terrestre

Las aplicaciones de vigilancia y observación terrestre son aquellas en las que la plataforma en vuelo sobrevuela la zona terrestre en conflicto o de interés, y se adquieren las imágenes que serán monitorizadas desde la estación de control.

- Localización desde gran altura, lo que permite un mayor radio de acción en la búsqueda de naufragos y de localización de accidentes en lugares de difícil acceso.
- Control de tráfico e inspección de carreteras, vías y líneas de transporte en general
- Vigilancia y observación forestal
- Monitoreo de la dinámica lateral de los ríos
- Detección y control de incendios: gracias a la visión infrarroja de puntos calientes.
- Investigación del entorno ecológico y meteorológico: cambio climático, catástrofes naturales, seguimiento y estudio de huracanes, de icebergs, deshielo de los polos, medición de radiación a través de los huecos en la capa de ozono, etc.
- Topografía: fotografía aérea con realización de mapas y deslinde de fincas o predios urbanos (uso catastral).
- Monitoreo de los ríos
- Coordinación de incendios forestales y apoyo logístico
- Inspección de áreas afectadas por incendios e inundaciones

El objetivo se basa en monitorizar las zonas forestales de interés y detectar los puntos con temperatura crítica, para programar operaciones de prevención y apoyo logístico.

- Control del estado de embalses y pantanos

La idea es calcular la capacidad o nivel de agua de los embalses y pantanos mediante reflexiones de luz, para realizar estadísticas y programar operaciones de prevención.

- Control de líneas eléctricas y canalizaciones

El objetivo es detectar el mal estado de las líneas eléctricas y las Canalizaciones mediante el calor que desprende el flujo de electricidad y la presión del agua.

- Labores de salvamento y rescate

El objetivo se basa en detectar individuos mediante calor corporal y realizar operaciones de salvamento y rescate.

- Vigilancia y control de tráfico de carreteras

La idea es monitorizar las carreteras mediante cámaras de IR y enviar la información a una estación de control desde donde se determinan los puntos de congestión. Dicha información permite realizar operaciones de prevención y estimar rutas alternativas.

- Monitoreo de ríos

Para proteger los ríos frente a la contaminación, se realizan patrullajes regulares a lo largo de su curso, para observar lugares de deposición de basura y drenajes contaminados. Las patrullas tradicionales únicamente se pueden transportar por los caminos existentes, lo cual restringe su área de vigilancia. Por lo tanto, con un sistema similar al propuesto, se obtienen radios de operación de 400 metros y altura de 50 metros, cubriendo un área grande en un corto tiempo, y la posibilidad de contar con las coordenadas geográficas a través del GPS permite la generación de reportes mucho más eficientes.

- Estudios de flora y fauna y atmósfera

El sistema será capaz de monitorear el entorno natural y la atmósfera, y enviar la información adquirida a un centro especializado en medio ambiente.

- Climatología

- Muestreo y monitoreo de partículas de aerosol
- Monitoreo de contaminación atmosférica.
- Meteorología
- Supervisión de tormentas: midiendo los campos eléctricos y magnéticos invisibles que envuelven a la tormenta. Esto combinado con medidas ópticas de los destellos de los rayos, da como resultado un cuadro mucho más completo de la infraestructura eléctrica de las tormentas.
- Vigilancia de avalanchas de nieve.

- Desastres naturales y no naturales

- Huracanes, riadas y volcanes, derrumbes
- Evaluación de daños, Incendios, vertidos, radioactividad, explosiones, accidentes químicos.

### **5.3.1.2 Vigilancia y observación marítima**

Las aplicaciones de vigilancia y observación marítima son aquellas en las que la plataforma aérea observa la zona marítima en conflicto o de interés, y se adquieren las imágenes que serán monitorizadas desde la estación de control.

- Vigilancia y observación marina
- Control de calidad de las aguas
- Control de vertidos y residuos tóxicos

El sistema ha de ser capaz de determinar la densidad del agua y así identificar vertido de productos tóxicos y contaminantes.

- Control de pesca ilegal y fauna marina / Apoyo de guardacostas y vigilancia aduanera El objetivo es detectar individuos y fauna marina mediante calor corporal y controlar la pesca ilegal, proteger la fauna en peligro de extinción y vigilar las aduanas.

### **5.3.1.3 Filmación y fotografía aérea**

Las aplicaciones de filmación y fotografía aérea consisten en obtener información georeferenciada de zonas específicas del suelo.

- Naves industriales
- Seguimiento de obra civil
- Casas rurales y campos de cultivo
- Cine
- Reportaje fotográfico
- Monitoreo y vigilancia de áreas naturales protegidas

### **5.3.2 Principales ventajas de los UAVs**

Las principales ventajas que tiene esta tecnología son las siguientes:

- No arriesga vidas humanas, principal ventaja para zonas de difícil acceso por vegetación, topografía, orden público, etc.
- Puede operar en lugares altamente contaminados y peligrosos, tales como volcanes, incendios forestales, etc.
- Fotografías de muy alta resolución desde 5cm, escalas 1:500, 1:1000 y 1:2.000.
- Disponibilidad inmediata para toma de fotos y tiempos cortos de adquisición, se obtienen en forma muy rápida imágenes a la fecha, sin tiempos largos de programación de satélite o permisos para aviones tripulados.
- A diferencia de los vuelos tripulados y las imágenes de satélite, no lo afectan las condiciones atmosféricas adversas como por ejemplo la nubosidad, dado que la altura de vuelo de los UAV es baja y puede volar por debajo de las nubes.
- Bajo costo de adquisición de aerofotografías, mucho más barato que las aerofotografías adquiridas con vuelos tripulados
- El cliente queda con un registro histórico y memoria gráfica de la situación o diagnóstico en una fecha de toma determinada, como aval a futuras reclamaciones, análisis, monitoreo, cambios, etc.

A pesar del elevado número de ventajas que presenta la utilización de sistemas UAVs tanto en el rango militar como en el civil, también se ha de mencionar sus principales limitantes, problemas y carencias que tienen hoy en día y que habrá que ir solucionando. Destacamos los siguientes:

- Dependencia de las estaciones de Tierra (dependiendo de su grado de autonomía)
- Vulnerabilidad y limitada capacidad de autodefensa
- Limitaciones de peso y volumen de los equipos a bordo
- Problema de interceptación de comunicaciones (solucionada mediante criptografía y cifrado de las comunicaciones)
- Dificultad de integración en el espacio aéreo: Debe asegurarse la total conformidad con la normativa de la aviación civil a fin de posibilitar la participación flexible en el tráfico aéreo general.

#### 5.4 Comparación entre sistemas de observación aérea

En esta sección se hace una breve descripción de los diferentes sistemas utilizados para desarrollar aplicaciones de observación aérea. Se hace una comparación en donde se da a conocer las ventajas e inconvenientes de los UAVs con respecto a los satélites y las aeronaves tripuladas.

##### 5.4.1 Sistemas de observación aérea

Existen 3 alternativas tecnológicas que desarrollan o podrían desarrollar las aplicaciones que se describen para UAVS.

- **Satélite** : Plataformas que se ubican mayor a 100 km de altura y que permiten capturar y obtener imágenes con alta resolución espacial pero baja resolución temporal.
- **Aeronaves Tripuladas** : Es el sistema que más se asemeja a los UAVs, pero destaca por su alto costo operativo.
- **UAV** : Es el sistema con costo más reducido y con resolución espacial y temporal más alta.

En la tabla 3, se muestra la comparación entre las tecnologías que forman parte de la competencia de los UAVs, en la que destacan los factores necesarios para llevar a cabo las aplicaciones de observación aérea descritas anteriormente.

Tabla 3. Comparativo entre tecnologías

Sistema	Sensor	Altitud	Resolución temporal	Resolución espacial	Franja	#bandas
Satélite	QuickBird [27]	601km	1-5 días	0,61m	22km	4
	Ikonos [28]	681km	3 días 1,5 días	1,00m 1,50m	11km	4
	Cosmos [29]	200km	45 días	2,00m	40km	-
	IRS-1C [30]	817km	5 días	5,60m	70km	3
Aeronave <sup>17</sup>	Cámara 11M	500m	1 día	46,2cm-2,0cm	414m-17,8m	1
UAV <sup>18</sup>	Cámara 11M	300m	tiempo real	27,7cm-1,2cm	250m-10,8m	2

Tabla 4. Resumen de los beneficios del uso de UAVs frente a otros sistemas aeroespaciales

ESTUDIO COMPARATIVO	UAV	AVIÓN	SATELITE
PERMANENCIA/AUTONOMIA	Yellow	Red	Green
VLEOCIDAD	Red	Green	Yellow
ALCANCE	Yellow	Red	Green
PENETRACIÓN	Green	Green	Yellow
MANIOBRABILIDAD	Green	Yellow	Red
PRECISIÓN	Yellow	Red	Green
CAPACIDAD DE RESPUESTA	Yellow	Green	Red
PREVISIBILIDAD	Yellow	Red	Red
AUTONOMIA	Yellow	Red	Green
RESTRICCIONES DE USO	Green	Yellow	Red
COSTE DE POSESION	Green	Yellow	Red
FACTOR HUMANO	Yellow	Green	Red
POLIVALENCIA	Green	Green	Red

Green	Cumplimiento superior
Yellow	Cumplimiento intermedio
Red	Cumplimiento inferior

## VI. Usuarios Potenciales

### 6.1 Usuarios internos

- **Programa de Investigación en Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente (PROTERRA)**
  - Mediante imágenes multiespectrales de alta resolución, como soporte cartográfico al proceso de zonificación ecológica económica de nivel micro (microzonificación)
  - Para la determinación y control a escala centimétrica de áreas con riesgos geológicos, asociados a inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.
  - Estudios de impacto ambiental de apertura de caminos o de otras infraestructuras en espacios naturales mediante imágenes multiespectrales desde el UAV.
  - Estudios de impacto ambiental de la ocupación humana.
- **Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC)**
  - Para el análisis del estado de ocupación de los cauces, riesgo de inundación y estimación de caudales de las cochas utilizando series de imágenes multiespectrales de alta resolución.
  - Para el monitoreo de la piscicultura o del estado de las piscigranjas en la carretera Iquitos Nauta

- Evaluación y seguimiento de los recursos hídricos sometidos a riesgos medioambientales
- **Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (PROBOSQUES)**
  - Monitoreo de la repoblación y recuperación de bosques quemados o degradados, utilizando imágenes multiespectrales de alta resolución.
  - Monitoreo del estado de áreas boscosas mediante imágenes multiespectrales.
- **Programa de Investigación en Biodiversidad Amazónica (PIBA)**
  - Para la observación diurna y nocturna de fauna en espacios abiertos, por los silenciosos motores eléctricos que poseen los UAVs y su capacidad de carga permiten observaciones diurnas y nocturnas de fauna en espacios abiertos sin interferir en su vida
- **Programa de Investigación de la Diversidad Cultural y Economía Amazónica (SOCIODIVERSIDAD)**
  - Para la elaboración de mapas de uso de territorios titulados de las comunidades nativas
  - Para el monitoreo de la dinámica de la población bosquesina.

## 6.2 Usuarios externos

- **Municipalidades distritales o provinciales**
  - Actualización del catastro urbano y rural dentro del ámbito municipal, mediante el uso de imágenes de alta resolución
  - Prevención y atención de desastres
  - En estudios de planificación rural y urbana, en catastro, áreas de expansión, uso actual del suelo, etc.
- **Gobiernos Regionales**
  - Decisores de gobiernos cuyas acciones estén ligadas con el uso del territorio (desarrollo urbano, nuevos asentamientos humanos, zonas de riesgo, desastres naturales, entre otros).
- **Investigadores científicos**

Cuyas actividades estén involucradas con el monitoreo de RR NN, Evaluaciones de Impactos Ambientales, riesgos de salud, etc.

- **Universidades Nacionales y Privadas**

Que estén involucrados en el quehacer académico e investigación en recursos naturales

- **Empresarios**

Cuyas operaciones principalmente tengan que ver con el manejo de los recursos naturales.

## **VII. Metodología**

Para la elaboración del presente documento se consulto a diferentes fuentes de información como bibliotecas virtuales, proyectos elaborados por diferentes instituciones y universidades que están desarrollando y/o aplicando esta tecnología; también se hicieron contactos telefónicos y por medio del correo electrónico se logro contactar con empresas que ofertan esta tecnología, sobre todo en lo relacionado con la tecnología de los Aviones No Tripulados (UAV) que es el propósito de la investigación.

## **VIII. Características Técnicas y Costos**

### **8.1. Características Técnicas**

Se consultaron a varias empresas prestadoras de servicios y distribuidoras del sistema, como INSA (España), INSAT (Colombia), AURENSIS (España), CATUAV (España), CROPCAM, (Canadá), AEROKOSMOS de Rusia (Filial en Perú), IDETEC-UAV (Chile), donde se les detallo cuales son nuestras necesidades y las características ambientales de la zona donde se aplicaría el UAV.

Las cuatro primeras empresas (INSA, CATUAV, INSAT y AURENSIS), nos respondieron que ellos prestan servicios de adquisición y procesamiento de datos UAV, aplicados a proyectos ambientales, de ingeniería, cartografía, infraestructura, etc. Más no de venta o adquisición de las plataformas UAV.

Las empresas MICROPILOT, AEROKOSMOS e IDETEC-UAV CHILE, enviaron los costos de las plataformas que venden y que podrían ser aplicados y a un costo moderado a nuestra realidad, lo cual se detalla en lo siguiente :

#### **A. Empresa AEROKOSMOS**

**Descripción del UAV : Modelo Aerokosmos - MP VISION**



Es un modelo de radio control RC de alas fijas, diseñado para uso civil, monitoreo del medio ambiente y de forestación, equipado con un sistema de recepción Trimble GPS, y un piloto automático, el sistema de nave aérea no tripulado se puede operar manualmente y automáticamente, despegue y aterriza en forma automática en el mismo lugar donde despegue, proporciona imágenes de alta resolución con la ayuda de software en formato TIFF compatible con otros formatos convencionales

#### a.1 Características:

- Longitud de fuselaje : 1.20 m.
- Envergadura de alas : 2.5 m.
- Peso : 3.0 Kg.
- Motor 0.15 cu in/eléctrico Axi Brushles
- Tanque de Combustible : 6 oz/Lithium Polymer Batteries
- Altitud de Vuelo : 400 – 2200 pies (120 m. a 560 m.)
- Duración de Vuelo : 30 min.
- Cámara (no incluye en el Kit) : Pentax Digital Optio s5i, s6i,

#### a.2 Componentes:

- Fuselaje (estructura del avión)
- Piloto automático MP2128
- MODEM de radio Standard 2.4 Ghz
- Receptor de GPS y antena
- Software para proceso de fotografías
- Un juego de baterías Lithium Polymer (4pack)
- Manual
- 6 meses de soporte técnico

### B. Empresa MICROPILOT

#### Descripción del UAV : Modelo MICROPILOT



Es un modelo de radio control RC de alas fijas, diseñado para uso civil, monitoreo del medio ambiente y de forestación, equipado con un sistema de recepción Trimble GPS, y un piloto automático, el sistema de nave aérea no tripulado se puede operar manualmente y automáticamente, despegue y aterriza en forma automática en el mismo lugar donde despegue, proporciona imágenes de alta resolución con la

ayuda de software en formato TIFF compatible con otros formatos convencionales.



Imágen fotográfica Cropcam



132 Ha. / mosaico de 24 imágenes georeferenciadas

### b.1 Características: Gas o Eléctrica

- Longitud de fuselaje : 1.20 m.
- Envergadura de alas : 2.5 m.
- Peso : 3.0 Kg.
- Motor : 0.15 cu in/eléctrico Axi Brushles
- Tanque de Combustible : 6 oz/Lithium Polymer Batteries
- Altitud de Vuelo : 400 – 2200 pies (120 m. a 560 m.)
- Duración de Vuelo : 20 min.

Cámara (no incluye en el Kit) : Pentax Digital Optio s5i, s6i

### b.2 Componentes:

- Fuselaje (estructura del avión)
- Piloto automático MP2128
- MODEM de radio Standard 2.4 Ghz
- Receptor de GPS y antena
- Software para proceso de fotografías
- Un juego de baterías Lithium Polymer (4pack)
- Manual
- Caja de cámara
- Un año de soporte técnico

## C. Empresa IDETEC-UAV-CHILE

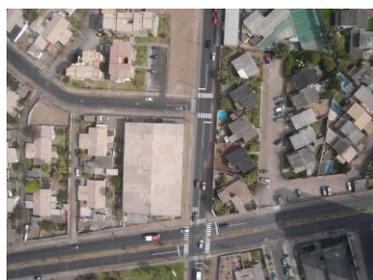
### C.1. Descripción del UAV : Modelo UAV-STAR DUST I

Prueba de vuelo del Stardust I



El UAV Stardust, es una solución excepcional para la Agricultura de Precisión y la fotografía aérea. Elaborados por IDETEC UAV CHILE, fue diseñado para un fácil manejo y de bajo TCO (costo total de propiedad).

UAV Stardust viene listo para volar y equipado con una cámara digital estándar o Tetracam ADC ® Lite NIR cámara infrarroja (Near Infrared) con posibilidad de obtener NDVI (niveles digitales visuales), SAVI, la segmentación del dosel y NIR / Greenratios



*Imágenes tomadas desde UAV STARDUST I*

#### c.1.1 Características:

- Longitud de fuselaje : 1.25 m.
- Envergadura de alas : 2.54 m.
- Motor : 4,2 HP CC -0,4
- Altitud de vuelo : 300 -2000 ft AGL
- Duración del vuelo : 40 minutos
- Peso : 3 Kg.
- Lanzamiento de despegue : Normal o lanzados a mano
- Carga útil : cámara digital de bolsillo-Max 250 gr. multispectral NIR Digital Camera-Tetracam ADC ® Lite
- Motor : 4.2 cc - 2 Cycles
- Lanzamiento de despegue : Normal o lanzados a mano
- Recuperación de aterrizaje : Normal
- Navegación : Autonomía de navegación con GPS + IMU (unidad de medida inercial) /50 GPS waypoint y disparador automático en punto de referencia.

- Estación de control : PC (sobremesa o portátil) con Windows XP
- Rango de enlace de datos : 5 Km. Lineales de vista

## C.2 Descripción del UAV : Modelo UAV-STARBUST II



UAV Stardust II es un sistema de bajo costo mini-UAV para múltiples aplicaciones desarrolladas bajo SUAS ARC por las normas de la FAA. Con un peso máximo de despegue de 3Kg, UAV Stardust II dispone de múltiples opciones de carga útil de intercambio y una bodega de carga modular. Esta nueva versión fue diseñada para las necesidades de defensa civil y militar. Equipado con 3-panel de las alas y la cola horizontal extraíble y tren de aterrizaje, vehículos aéreos no tripulados STARBUST II es fácil de transportar y ensamblar. La estructura del avión está construida principalmente con materiales compuestos con una fuerza probada en el entorno operativo.



*Imagen infrarroja tomada del UAV*



*Imagen estándar digital tomada del UAV*



*Mosaico de imágenes tomadas del UAV Stardust II*

c.2.1 Características:

- Longitud de fuselaje : 1.73 m.
- Envergadura de alas : 3.1 m.
- Motor : 4,2 CC Glow or 380 w pusher
- Altitud de vuelo : 300 -2000 ft AGL
- Duración del vuelo : 80 minutos
- Peso : 3 Kg.
- Lanzamiento de despegue : Normal o lanzados a mano
- Carga útil : cámara digital de bolsillo-Max 250 gr.  
multiespectral NIR Digital Camera-  
Tetracam ADC ® Lite
- Motor : 4.2 cc - 2 Cycles
- Recuperación de aterrizaje: Normal
- Navegación : Autonomía de navegación con GPS  
+ IMU (unidad de medida inercial) /50  
GPS waypoint y disparador  
automático en punto de referencia.
- Estación de control : Estación Terrena de Control, con  
computadora portátil resistente  
Panasonic con Windows XP
- Rango de enlace de datos : Rango de enlace de datos  
5 kilómetros de línea de visión  
directa / 900MHz o 2,4 GHz

## **Sistema Aéreo No Tripulado Stardust II**

### **Paquete Estándar:**

- UAV Stardust Listo para volar, equipado con dispositivo de ubicación o servos, motor, tanque de combustible, la aviónica, de enlace de datos, antenas y cableado.
- Batería y cargador Lipo 4S 1000mAh.
- Sistema de radio control marca Futaba de 72MHz PCM
- Unidad de enlace de datos con la estación de control mediante antena
- Software de control terrestre del avión
- Computadora personal marca Panasonic con Windows XP instalado y con el software GCS
- Carga útil integrado
- Sistema probado por IDETEC antes del envío
- 1 año de soporte técnico - soporte disponible extendido

## **8.2. Costos**

### **A. Empresa AEROKOSMOS**

Productos, Precios y condiciones de Pago

<b>Producto</b>	<b>Precio en dólares americanos</b>
<b>UAV – MP VISIÓN</b>	<b>24,000.00</b>
Capacitación (entrenamiento por 3 días)	<b>3,000.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>27,000.00</b>

- ❖ No incluye el 19% del IGV (4560.00 dólares)
- ❖ No se incluye el RC (Radio Control)
- ❖ No se incluye cámara fotográficas
- ❖ Todas las tasas e impuestos existentes para efectuar el pago son por cuenta del cliente.
- ❖ La forma de pago es 70 % a la firma del contrato y 30% a la entrega del producto.
- ❖ La entrega del producto se efectuara en la ciudad de Lima-Perú, en caso de envío a provincias el costo y garantía y otros son por cuenta del cliente.

## B. Empresa MICROPILOT

Producto	Precio en dólares americanos
UAV – MP VISION	9,500.00
Cámara Pentax A20, A30	350.00
Tarjeta de memoria	80.00
Laptop(Pentium IV, 500 MHZ, 256 mb RAM, Windows 98, Me, 2000 o XP	1,600.00
Radio Control Field Box	736.00
Caja de herramientas para campo	13.00
Convertidor de poder de laptop a Radio MODEM	44.00
Navegador GPS	107.00
TOTAL	12,430.00

- ❖ No incluye el 19% del IGV (4560.00 dólares)
- ❖ No incluye costos de envío al Perú

## C. Empresa IDETEC-UAV-CHILE

Producto	Precio en dólares americanos
<b><u>UAV STARDUST I Versión Básica</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ UAV Stardust listo para volar equipados con sistemas de control o (SERVOS), motor y tanque de combustible</li><li>▪ (3) LiPo 2S1000mAh baterías y cargador</li><li>▪ (1) Radio Control Sistema Futaba 72MHz</li><li>▪ (1) Unidad de enlace de datos para la Estación de Control Terrestre con antena</li><li>▪ (1) Micropilot Horizon® Software de estación de control terrestre</li><li>▪ 1 año de soporte técnico via email</li><li>▪ No incluye carga útil o Payload</li></ul>	6,690.00
<b><u>UAVSTARDUST I Versión RGB</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ (1) UAV Stardust versión Básica</li><li>▪ (1) Canon SD1200 Cámara digital instalada</li></ul>	6,990.00
<b><u>UAVSTARDUST I Versión NIR</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪(1) UAV Stardust Versión Básica</li><li>▪(1)Tetracam®ADC Lite NIR con cámara digital instalada</li></ul>	10,895.00

<p><b><u>UAV STARDUST II Versión NIR+RGB</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (1) UAV Stardust II listo para volar - equipado con servos, motor eléctrico, de enlace de datos, RX RC, Piloto automático, antenas y cableado</li> <li>• (1) 4S LiPo 2000mAh batería y el cargador.</li> <li>• (1) Radio Control sistema Futaba 72MHz.</li> <li>• (1) vínculo de datos con la unidad de Control terrestre</li> <li>• (1) Estación terrestre con software de control .</li> <li>• (1) PC Panasonic resistente al golpe con GCS y software instalado</li> <li>• (1) Tetracam ADC Lite instalado</li> <li>• (1) Cámara fujifilm RGB HD JX-250 instalado.</li> <li>• (1) Sistema electrónico que active al Tetracam ADC.</li> <li>• 1 Año de soporte técnico vía email</li> <li>• Tiempo de entrega (50 días)</li> </ul>	<p>14,800.00</p>
--	------------------

❖ No incluye los impuestos, derechos de aduana y gastos de envío

Tabla 5. Comparativo de costos de los UAVs por empresas distribuidoras

	<b>IDETEC UAV STARDUST I Cantidad (USD)</b>	<b>IDETEC UAV STARDUST I Cantidad (USD)</b>	<b>IDETEC UAV STARDUST I Cantidad (USD)</b>	<b>IDETEC UAV STARDUST II Cantidad (USD)</b>	<b>MICROPILOT CANADA Cantidad (USD)</b>	<b>AEROKOSMOS PERÚ Cantidad (USD)</b>
<b>UAV STARDUST I Versión Básico</b>	6,690.00					
<b>UAV STARDUST I Versión RGB</b>		9,990.00				
<b>UAV STARDUST I Versión NIR</b>			10,895.00			
<b>UAV STARDUST II Versión NIR+RGB</b>				14,800.00		
<b>UAV - MICROPILOT AEROKOSMOS</b>					9,500.00	
<b>Envío y manipulación</b>	1,498.00	1,498.00	1,498.00	1,498.00	622.15	
<b>Entrenamiento por 3 días</b>	5,600.00	5,600.00	5,600.00	5,600.00		3,000.00
<b>I.G.V</b>	1555.72	2182.72	2354.67	3126.64	1923.20	4,560.00
<b>TOTAL</b>	<b>15,343.72</b>	<b>19,270.72</b>	<b>20,347.67</b>	<b>25,024.64</b>	<b>12,045.35</b>	<b>31,560.00</b>

### 8.2.1 Costos Operativos

Se tiene información que el costo operacional del sistema equivale a 6 dólares americanos por hora de vuelo con un recubrimiento en superficie de 7.5 km<sup>2</sup>, esto incluye combustible y otros insumos que se puedan consumir como parte de la operación según, *IDETEC – UAV STARDUST*

Si consideramos el costo operacional (0.80 USD por Km<sup>2</sup>.) mas el costo de un profesional especialista para operar el sistema a 1500 USD. Por 30 días, y sobrevolando 14 horas por mes tendríamos un recubrimiento de 105 km<sup>2</sup> a un costo de :

- Costo del operador por km<sup>2</sup> equivale a : **14.30 USD**
- Costo operacional por Km<sup>2</sup>, equivale a : **0.80 USD.**
  
- Costo del operador (Km<sup>2</sup>) + costo operacional (Km<sup>2</sup>) :  $14.30 + 0.8 = 15.10$  USD.

Los costos operativos del sistema por Km<sup>2</sup> hacen a 15.10 dólares americanos

### 8.2.2 Costos de mantenimiento

- Cada 750 Km<sup>2</sup> (100 horas de vuelo) se reemplaza lo siguiente (*IDETEC – UAV STARDUST*) :
  - Motor : 130.00 USD.
  - Baterías y Aviónica: 20.00 USD.
  
  - Costo de mantenimiento en 750 km<sup>2</sup> de superficie de terreno cubierto (100 horas de vuelo), hacen a : 0.2 USD. x Km<sup>2</sup>
  
- Cada 1500 Km<sup>2</sup> (200 horas de vuelo) reemplazar lo siguiente (*IDETEC – UAV STARDUST*) :
  - Motor + baterías y aviónica : 150.00 USD.
  - Servos : 100.00 USD.
  
  - Costo de mantenimiento en 1500 Km<sup>2</sup> de superficie de terreno cubierto (200 horas de vuelo), hacen a : 0.16 USD.
  
- ❖ **Costo de reposición a las 500 horas de vuelo (aprox. +03 años)**

Se cambian los siguientes ítems :

- Airframe (fuselaje) UAV STARDUST II
- Servicio de retiro del equipamiento
- Servicio de instalación del equipamiento
- Servicio de configuración y pruebas de vuelo

Todos estos ítems considerados tienen un costo de 3,680 USD, que incrementan el costo por Km<sup>2</sup> en un 0.98 USD.

❖ Costo operativo + costo de mantenimiento + costo de reposición por km2 en 100 horas de vuelo se estima lo siguiente :

- Costos operativos : 15.10 USD.
- Costos de mantenimiento : 0.20 USD.
- Costo de reposición : 0.98 USD.

El costo total en 100 horas de vuelo haciende a **16.28 USD.** por Km2 de superficie cubierta.

❖ Costo operativo + costo de mantenimiento + costo de reposición por km2 en 200 horas de vuelo se estima lo siguiente :

- Costos operativos : 15.10 USD.
- Costos de mantenimiento : 0.16 USD.
- Costo de reposición : 0.98 USD.

El costo total en 200 horas de vuelo haciende a **16.24 USD.** por Km2 de superficie cubierta.

### 8.2.3 Costos de servicios:

- Costo de procesamiento de imagen en 8 horas de trabajo: 35.71 USD (100 soles)
- Costo de procesamiento de imagen (georeferenciación) por Km2 es : 4.76 USD.
- Costo por impresión de una imagen que cubre 7.5 km2 a una escala de 1:3000, haciende a 109.08 soles (38.96 USD)

Lista de precios de imágenes IKONOS y UAV

PRODUCTO	TAMAÑO	IKONOS	UAV
Archivo	x Km 2	22.00 USD.	17.00 USD
Programado	x Km 2	31.63.00 USD.	24.00 USD

Fuente : BMP Geomática S.A.

### 8.2.4 Términos y condiciones

- **Pedido o área mínima :**
  - **UAV :** Una hora de vuelo o fracciones (7.5 Km2)
- **Porcentaje de nubes :** Se garantiza 0%

## VI. DISCUSIÓN

- Las aeronaves ofertadas por las tres empresas reúnen las características necesarias como para desarrollarse en nuestra zona debido a su versatilidad, maniobrabilidad fácil uso, y que necesariamente no requeriría de pista de aterrizaje para alzar vuelo.
- Es una tecnología complementaria a los sistemas tradicionales de toma de imágenes ya que nos permite tomar imágenes fotográficas incluso en días nublados, ya que se programa su vuelo por debajo de la cubierta de nubes; mientras que sistemas basados en los satélites pueden pasar meses antes que su área de interés haya sido despejado.
- Los sistemas basados en satélite tiene un desfase entre el momento en que las imágenes se adquiere y cuando se puede comprarlo. Con los UAVs se tendrá la imagen en cuestión de minutos desde el desembarque y dentro de unas horas si es más compleja la imagen y el tratamiento es necesario.
- Mayor incremento en resolución temporal, ya que nos permite la programación de toma de imágenes todos los días
- La resolución espacial de 15 cm. a una altura de 100 m. es 40 veces mejor que la de algunos de los sistemas satelitales más utilizado y 44 veces más resolución que el satélite más avanzado.
- Los costos del sistema es variado, depende de la empresa que construye o distribuye los UAVs.
- La empresa UAV STARDUST presenta en su sistema tres tipos de cámaras fotográficas, como son los sensores (Básico; RGB >Rango del Visible< y NIR >Rango del Infrarrojo cercano<) lo que no ofertan las demás empresas en los sensores de captación de imágenes
- Los costos son muy variables en los tres, para el caso de AEROKOSMOS tenemos a un costo de \$ 31,560.00 dólares americanos; empresa MICROPILOT a \$12,045.35 dólares americanos; y UAV STARDUST con precios desde 15,343.72 a 25,024.64 dólares americanos

## VI. CONCLUSIONES

- Los servicios del UAV es una alternativa y un complemento a los sistemas tradicionales para la captación de información del territorio, en zonas concretas, con alto nivel de detalle y de bajo costo
- Se contara con tecnología que permitirá brindar servicio de toma de imágenes de alta resolución para estudios como la zonificación ecológica económica a nivel micro, actualización cartográfica para catastro urbano o rural, monitoreo de piscigranjas, etc.
- Servirá como soporte tecnológico con información fotográfica y toma de videos en tiempo real, para los trabajos de investigación del IIAP.
- De todas las empresas ofertantes se considera que la empresa IDETEC reúne las características técnicas y económicas más ventajosa para el cumplimiento de los objetivos planteados, ya que nos presenta una oferta integral más ventajosa desde la versión básica sin carga útil (cámaras), hasta la versión integrada con carga útil (cámaras RGB e infrarrojo - NIR), ver tabla 5, laptop especial, resistente a golpe y con software instalado, autonomía de vuelo de 80 minutos, soporte técnico de un año vía email, etc.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- PARTIDA GONZALEZ, J.T. 2009. Nuevas Técnicas para Sensores Radar Embarcados en Vehículos Aéreos no Tripulados. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Madrid – España. 212 pp.
- UAV-Stardust. Mini-UAV for Agricultural Applications. Página Web: WWW.uav.cl. Diciembre 2009.
- Periódico: La Región, miércoles 23 de setiembre del 2009
- CROPCAMP. A New Altitude in Agricultura. Página Web : WWW.Cropcam.com. Noviembre del 2009
- COSME HUERTAS, M. 2009. Informe Estratégico de Tecnologías para UAS. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial del Ministerio de Defensa. Circulo de Innovación CIMTAN en materiales, tecnología aeroespacial y nanotecnología. Madrid – España 84 pp.
- BARRIENTOS, J. del Cerro, P. Gutierrez, R. San Martín. 2007. Vehículos no Tripulados para Uso Civil. Tecnología y Aplicaciones. Grupo de Robótica y Cibernética, Universidad Politécnica de Madrid.
- VALDIVIA GALLARDO, B. 2007. Estudio de viabilidad de aplicaciones de observación aérea con UAVs y elaboración de un plan de empresa. Universidad Politécnica de Catalunya
- MEJIAS ALVAREZ, L. 2006. Control Visual de un Vehículo Aéreo Autónomo usando Detección y Seguimiento de Características en Espacios Exteriores. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid – España. 248 pp.
- CAMBONE, S.A., Krieg, K.J., Pace, P. Wells, L. “Unmanned Aircraft Systems (UAS), Roadmap, 2005-2030”. Departamento of Defense, United Status of América, 2005.
- DGAC, Dirección General de Aeronáutica Civil. Guía del Usuario: Parte I, Permiso de Operación de Aviación Civil. Ley N° 27261 “Ley de Aeronáutica Civil del Perú”, Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP)

## **IX. ANEXO**

1. Proformas de las empresas ofertantes.



**IDETEC UAV CHILE**  
 Ingenieria y Desarrollo Tecnológico Ltda.  
 Address: Agustinas 1022 Of.530  
 Santiago, Chile  
 Phone: +56 2 5814554  
 Email: [info@uav.cl](mailto:info@uav.cl)

PRO-FORMA INVOICE

Page: 1/1
Date: September 21, 2010
Document Number: PI20100921-01

<b>Bill To:</b> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana Av. José A. Quiñones km 2.5, Iquitos, Loreto. Perú Apartado Postal 784	<b>Ship To:</b> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - Sr. León Arturo Bendayán Acosta Av. José A. Quiñones km 2.5, Iquitos, Loreto. Perú Apartado Postal 784
---	---

<b>Customer Account</b> IIAP	<b>Purchase Order:</b>	<b>Receipt Type:</b> BNKTSF
---------------------------------	------------------------	--------------------------------

Item	Description	Q	U/M	Unit Price (USD)	Amount (USD)
UAV Stardust II NIR+RGB	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) UAV Stardust II Ready-To-Fly - equipped with Servos, Electric Motor, Data-Link, RC RX, Autopilot, Antennas and Wiring.</li> <li>(1) LiPo 4S 2000mAh Battery and Charger.</li> <li>(1) RC System Futaba 72MHz.</li> <li>(1) Data-Link unit for Ground Control Station with Antenna.</li> <li>(1) MicroPilot Horizon® Ground Control Station Software.</li> <li>(1) PC Panasonic Toughbook with GCS software installed.</li> <li>(1) Tetracam ADC Lite installed.</li> <li>(1) Fujifilm RGB camera HD JX-250 installed.</li> <li>(1) Electronic trigger for Tetracam ADC.</li> <li>1 Year of Technical Support by email</li> </ul>	1	Ea	\$14,800.00	\$14,800.00
Shipping and Handling	<ul style="list-style-type: none"> <li>DHL EXPRESS WORLDWIDE</li> </ul>	1	Ea	\$1,498.00	\$1,498.00
Training in Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 days UAV Stardust II Training - Max. 3 UAV operators.</li> </ul>	1	Ea	\$1,800.00	\$1,800.00

Please transfer funds to:

Bank: Banco de Chile  
 Beneficiary: Juan Sainz  
 Account # 00-405-00078-02  
 Swift Code BCHICLRM

- Price Valid for 60 Days
- Payment: 100% Cash in advance
- Delivery time: 7 Weeks
- All prices FOB, Iquique
- Custom and Taxes in destination NOT included

Subtotal	\$18,098.00
Plus Tax	\$0.00
<b>Total Due (USD)</b>	<b>\$18,098.00</b>

Thank You

IDETEC UAV CHILE - [www.uav.cl](http://www.uav.cl)



**IDETEC UAV CHILE**  
 Ingeniería y Desarrollo Tecnológico Ltda.  
 Address: Agustinas 1022 Of.530  
 Santiago, Chile  
 Phone: +56 2 5814554  
 Email: [info@uav.cl](mailto:info@uav.cl)

**PRO-FORMA INVOICE**

Page: 1/1
Date: September 21, 2010
Document Number: PI20100921-02

**Bill To:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía  
 Peruana  
 Av. José A. Quiñones km 2.5, Iquitos, Loreto.  
 Perú  
 Apartado Postal 784

**Ship To:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía  
 Peruana - Sr. León Arturo Bendayán Acosta  
 Av. José A. Quiñones km 2.5, Iquitos, Loreto.  
 Perú  
 Apartado Postal 784

<b>Customer Account</b> IIAP	<b>Purchase Order:</b>	<b>Receipt Type:</b> BNKTSF
---------------------------------	------------------------	--------------------------------

Item	Description	Q	U/M	Unit Price (USD)	Amount (USD)
UAV Stardust II NIR+RGB	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) UAV Stardust II Ready-To-Fly - equipped with Servos, Electric Motor, Data-Link, RC RX, Autopilot, Antennas and Wiring.</li> <li>(1) LiPo 4S 2000mAh Battery and Charger.</li> <li>(1) RC System Futaba 72MHz.</li> <li>(1) Data-Link unit for Ground Control Station with Antenna.</li> <li>(1) MicroPilot Horizon® Ground Control Station Software.</li> <li>(1) PC Panasonic Toughbook with GCS software installed.</li> <li>(1) Tetracam ADC Lite installed.</li> <li>(1) Fujifilm RGB camera HD JX-250 installed.</li> <li>(1) Electronic trigger for Tetracam ADC.</li> <li>1 Year of Technical Support by email</li> </ul>	1	Ea	\$14,800.00	\$14,800.00
Shipping and Handling	<ul style="list-style-type: none"> <li>DHL EXPRESS WORLDWIDE</li> </ul>	1	Ea	\$1,498.00	\$1,498.00
Training in Perú	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 days UAV Stardust II Training - Max. 3 UAV operators.</li> </ul>	1	Ea	\$5,600.00	\$5,600.00

Please transfer funds to:  
 Bank: Banco de Chile  
 Beneficiary: Juan Sainz  
 Account # 00-405-00078-02  
 Swift Code BCHICLRM

- Price Valid for 60 Days
- Payment: 100% Cash in advance
- Delivery time: 7 Weeks
- All prices FOB, Iquique
- Custom and Taxes in destination NOT included

Subtotal	\$21,898.00
Plus Tax	\$0.00
<b>Total Due (USD)</b>	<b>\$21,898.00</b>

Thank You

**CONFIDENCIAL Y SECRETO**

Carta N° 012 AEROKOSMOS-11-2009-UAV

Lima, 09 de Noviembre del 2009

**Sr. LEON ARTURO BENDAYAN ACOSTA**  
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana  
Área de Sistema de Información Geográfica y Percepción Remota  
Iquitos - Perú.

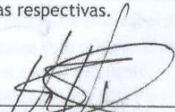
De mi mayor consideración.

Por medio de la presente le saludo y de acuerdo a su solicitud, adjunto le presentamos la propuesta económica (01 página) y las características técnicas (01 página) del sistema de naves aéreas no tripuladas (UAV) para uso civil -monitoreo de procesos de deforestación.

El plazo de validación de la presenta propuesta económica es de 30 días calendarios a partir de la fecha indicada en este documento. La aceptación de la propuesta implica en la producción de un contrato a ser firmado entre las partes de la cual esta propuesta hace parte.

Nosotros remitimos a su entera disposición para informaciones y esclarecimientos adicionales.

Sin otro particular quedo de Usted muy atentamente y esperando a que nuestra propuesta sea efectiva en las instancias respectivas.

  
\_\_\_\_\_  
VIHELMO VELAZQUEZ, Ph.D.  
Gerente General  
AEROKOSMOS S.A.C.

**PRODUCTOS, PRECIOS Y CONDICIONES DE PAGO**

Lima, 09 de Noviembre del 2009

**1.- Precio unitario del sistema de nave aérea no tripulada de modelo AEROKOSMOS – MP VISION**

Item	DESCRIPCION	*PRECIO UNITARIO US \$	*PRECIO TOTAL US \$
1	Componentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuselaje (airframe)</li> <li>• MP2128<sup>®</sup> Autopilot</li> <li>• 2.4 GHz standart range data link</li> <li>• Receptor GPS y antena</li> <li>• Software para proceso de fotografías</li> <li>• Un juego de baterías Lithium Polymer (4 pack)</li> <li>• Manual</li> <li>• 6 meses de soporte técnico</li> </ul>	*\$ 24,000.00	*\$ 24,000.00
2	Capacitación (entrenamiento) 3 días	*\$ 3,000.00	*\$ 3,000.00
<b>TOTAL</b> (Veintisiete mil y 00/100 dólares americanos)			<b>*\$ 27,000.00</b>

\*Los precios mencionados no incluyen el 19% I.G.V.

- Nota:**
- 1.-En el sistema no se incluye el radio control RC que se adquirirá localmente por el usuario.
  - 2.-En el sistema no incluye la cámara fotográfica, se sugiere que el usuario adquiera los modelos Pentax Optio A20, A30 o A 40

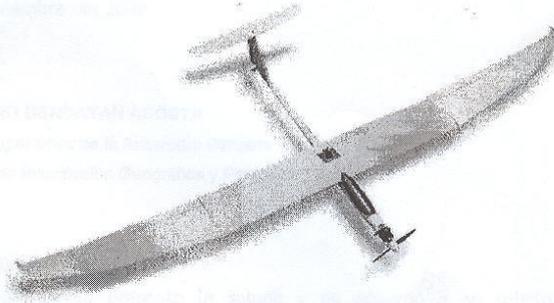
**2.- Condiciones de previsión/pago**

- Los valores presentados arriba están cotizados en Dólares Americanos
- El plazo de validación de la presente propuesta es de 30 días calendarios a partir de la fecha indicada en este documento.
- El cliente debe de iniciar el proceso de adquisición por medio de un pedido de compra formal conteniendo los productos, servicios y precios de los ítems seleccionados.
- Todas las tasas e impuestos existentes para efectuar el pago son por cuenta del cliente.
- La entrega del producto se efectuará en la cuida de Lima –Perú, en caso de envío a provincias el costo y garantía y otros son por cuenta del cliente.
- Forma de pago; 70 % a la firma del contrato y 30% a la entrega del producto.

Atte.

**VIHELMO VELAPATIÑO, Ph.D.**  
 GERENTE GENERAL  
 AEROKOSMOS S.A.C.

CARACTERISTICAS BASICAS DEL MODELO UAV AEROKOSMOS – MP VISION



Es un modelo de radio control RC de alas fijas, diseñado para uso **CIVIL**, monitoreo del medio ambiente y de forestación equipado con un sistema de recepción Trimble GPS, y un piloto automático, el sistema de nave aérea no tripulado se puede operar manualmente y automáticamente, despega y aterriza en forma automática en el mismo lugar donde despego, proporciona imágenes de alta resolución con la ayuda de un software en formato TIFF compatible con otros formatos convencionales.

ESPECIFICACIONES: (GAS/ELECTRICO)

Longitud Fuselaje	1,2 m
Envergadura	2,5 m
Peso	3 kg.
Motor	0.15 cu in / Axi Brushless
Tanque combustible	6 oz / Lithium Polymer Batteries
Altitud de vuelo	400 – 2200 pies (sujeto a regulación de la leyes peruanas)
Duración de vuelo	30 min.
Cámara (no incluye en el kit)	Pentax Digital Optio s5i, s6, A10

Nota: Todos los datos proporcionados están sujetos a cambios sin necesidad de consultar al usuario



P.O. Box 720  
 72067 Road 8E, Sturgeon Road  
 Stony Mountain, MB, R0C 3A0  
 Canada  
 Phone: 204-344-6558  
 Fax: 204-344-6706  
 E-mail: info@micropilot.com  
 Web Site: www.micropilot.com

QUOTATION

Page	1/2
Date	04/03/2010
Quote Number	QTE003599

**Bill To**  
 QUOTE - Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana  
 ATTN: León A. Bendayán  
 (lbendayan@iia.org.pe)  
 Tel: +51+65+265515 / +51+65+265516 Fax: +51+65+265527  
 Av. José Abelardo Quiñones Km 2.5  
 P.O. Box 784  
 Iquitos, Maynas,  
 Peru

**Site**  
 QUOTE - Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana  
 ATTN: León A. Bendayán  
 (lbendayan@iia.org.pe)  
 Tel: +51+65+265515 / +51+65+265516 Fax: +51+65+265527  
 Av. José Abelardo Quiñones Km 2.5  
 Iquitos, Maynas,  
 Peru

Bill To Number	Type	Site Number	Entered By	Customer Reference
QUOTE	SALE	QUOTE	JS	cust RFQ 04 Mar 10

Code / Description	Qty	U/M	Unit	Ext
<p>At least one item on this quote is export controlled. A \$500 USD advance payment is required before MicroPilot will apply for the Canadian export permit. The final payment will be the total amount for the order less the \$500 USD advance payment. The advance payment is refundable only if the Canadian government declines to issue the permit.</p>				
<p>■MP-VISION            MP Vision Electric RC glider            Includes:            Airframe            MP2128 autopilot with Ublox GPS (4 Hz update rate) and antenna            Radio modem standard range 2.4 GHz base and remote            HORIZON version 3.4            One set of lithium polymer batteries (4 pack)            Camera box            Manuals (CropCam and autopilot)            One year technical support            Access to MicroPilot customer support website</p>	1.00	ea	9,500.00	9,500.00
<p>■SHIPPING            Shipping &amp; Handling</p>	1.00	EA	622.15	622.15



P.O. Box 720  
 72067 Road 8E, Sturgeon Road  
 Stony Mountain, MB, R0C 3A0  
 Canada  
 Phone: 204-344-5558  
 Fax: 204-344-5706  
 E-mail: info@micropilot.com  
 Web Site: www.micropilot.com

QUOTATION

Page	2/2
Date	04/03/2010
Quote Number	QTE003599

Code / Description	Qty.	U/M	Unit		Ext

Prices quoted are valid for 30 Days from date of quotation. Taxes are included on this quote.

Tax Summary

GSTU 0.00

Questions please contact:

Julia Shaw  
 Sales Administrator  
 Ph: 204 344 5558 ext 221  
 E-mail: jshaw@micropilot.com

Terms Pre Paid

Services	622.15
Items	9,500.00
S/Total	10,122.15
Plus Tax	0.00
Total Due (USD)	10,122.15

All sales are subject to MicroPilot Inc.'s Terms and Conditions of Sale Service and Technical Support ("Terms and Conditions"), copies of which are available on or on request.

By accepting this Quotation and/or submitting a purchase order pursuant to this Quotation you acknowledge that you have read and agree to be bound by MicroPilot Inc.'s Terms and Conditions of Sale Service and Technical Support.

Warranty: MicroPilot shall not be liable for any indirect, consequential or incidental damages including loss of profits suffered by the Company or others arising out of or in any way connected with this Agreement or the use of the product by the Company, even if MicroPilot has been advised of the possibility of such damage, or if such loss or damage was reasonably foreseeable or even if such loss or damage arose as a result of a breach of a fundamental term of this Agreement or a fundamental breach or the negligence of MicroPilot, its agents, representatives or employees. The provisions of this section shall survive the termination or expiration of this Agreement.

Lawful Use: Purchaser agrees that the product will be used in accordance with all applicable regulations. Transport Canada, the FAA or your national aviation regulatory agency may have rules that limit flight of UAVs beyond the visual range of the pilot or above a prescribed altitude. Industry Canada, the FCC or your national communications agency may have rules that prohibit or limit the use of the video transmission equipment supplied.

Shipping: Shipping costs (in US dollars) are cost plus \$5.00. All orders are shipped UPS express insured unless otherwise requested.

Support: Changes to the operation of the product can be made, where feasible. Please contact your MicroPilot sales representative for more information.

Agreement shall be governed by and construed in accordance with the laws of the Province of Manitoba and any action concerning it shall be brought in the Courts of Manitoba without this regard to conflict of law principles.

Prices quoted are valid for 30 days from date of quotation.

## CropCam Electric: Additional Equipment Required

ITEMS	USD
<i>(Amounts are estimates)</i>	
<b>Camera</b>	
Pentax Camera Optio s5i, S6, S7, A10, A20, A30	350.00
Memory Card	80.00
<b>Total \$</b>	<b>430.00</b>
<b>Laptop</b>	
Laptop	
Requirements Pentium II, 500 MHZ, 256 MB Ram	
Windows 98, ME, 2000 or XP recommended (not Vista)	
<b>Total \$</b>	<b>1.600.00</b>
<b>Recommended Software to stitch images</b>	
PT-GUI Software ( <a href="http://www.ptgui.com">www.ptgui.com</a> )	80.00
AutoStitch free software from the University of British Columbia ( <a href="http://www.cs.ubc.ca/~mbrown/autostitch/autostitch.html">http://www.cs.ubc.ca/~mbrown/autostitch/autostitch.html</a> )	Free
<b>Total \$</b>	<b>80.00</b>
<b>RC Field Box (Prices from local RC store)</b>	
RC Receiver and Transmitter (Futaba or JR Propo)	200.00
Ernst airplane stand	13.00
Allen key/ballwrench	4.00
Astroflight 109 Lithium Charger	160.00
FMA Direct five dean pin parrallell board (CMP-HC-5) *	20.00
Xacto knife	4.00
5 minute epoxy	7.00
1/2 oz thin CA glue	6.00
1/2 oz thick CA glue	6.00
Accelerator for CA glue	7.00
6 oz fiberglass cloth (for repairs)	6.00
Power Shot motor cleaner	8.00
10-32 wing bolts 4/pack	2.00
# 64 rubber bands (per box)	3.00
Extra set of flight batteries 4 packs x \$70	250.00
Thunder Power L-Polymer 2100 mah / 11.1 volts (3 cell)	
<b>Total</b>	<b>446.00</b>
<b>Additional items (Prices from Hardware / Sporting goods store)</b>	
Large Tool Box for use as a Field Box	13.00
DC to AC converter to power laptop and radio modem	44.00
Handheld GPS	107.00
<b>Total</b>	<b>164.00</b>
<b>Miscellaneous</b>	
Q-tips and alcohol for cleaning camera lens	
Paper towels / Windex for airframe	

**\* NOTE:**

To charge the batteries at the same time we use the FMA Direct five dean pin parrallell board (CMP-HC-5) soldered on the output leads.

Link- <http://www.fmadirect.com/products.htm?cat=35&nid=3>

## LISTA DE PRECIOS FOB – PRODUCTOS IKONOS

## Exactitud (Accuracy)

PRODUCTO	CE90	NMAS	RMS
GEO	*50M	n/a	*25m
REFERENCE	~25m	1:50,000	~11.8m
PRO	~10m	1:12,000	~4.8m
PRECISION	~4m	1:4,800	~1.9m
PRECISION PLUS	~2m	1:2,400	~0.9m

## Bandas:

B&amp;W : Pancromatico (B&amp;W), 1mts

COLOR : Imagen derivado de la fusión de Pancromatico con Multiespectral, 1mts

MS : Imagen Multiespectral, 4mts.

## Abreviatura:

CAG : Compañía/ 1 Licencia simple (1 Agencia)

CMA : Corporación / Licencia Múltiple o Multiagencia

AOI : Área de Interés

CE90 : Error Circular (90%)

NMAS : National Map Accuracy Standard

RMS : Error medio cuadrático (Error Mean Square Error)

Quote : Llamar

n/a : No disponible

DEM : Modelo de Elevación Digital

DTM : Modelo Digital de Terreno

PRODUCTO	GEO	50m CE90	25m RMS		
PRODUCTO	BANDAS	TAMAÑO	GAS US\$	CMA US\$	
Geo 1m	B&W	x Km <sup>2</sup>	25.00	28.75	
Geo 1m	Color	x Km <sup>2</sup>	27.50	31.63	
Geo 1m Archivo	B&W	x Km <sup>2</sup>	20.00	23.00	
Geo 1m Archivo	Color	x Km <sup>2</sup>	22.00	25.30	
Geo 1m Ortho Kit	B&W	x Km <sup>2</sup>	42.00	48.30	
Geo 1m Ortho Kit	Color	x Km <sup>2</sup>	46.20	53.13	
Geo 1m + 4m Bundle	B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	37.50	43.13	
Geo 1m + 4m Bundle Archivo	B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	30.00	34.50	
Geo 4m	MS	x Km <sup>2</sup>	18.00	20.70	
Geo 4m Archivo	MS	x Km <sup>2</sup>	18.00	20.70	
Geo 4m Ortho Kit	MS	x Km <sup>2</sup>	29.00	33.35	
Geo 1m + 4m Ortho Kit Bundle	B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	63.00	72.45	

BMP Geomática S.A.

PRODUCTO	REFERENCE	25m CE90	1:50,000 NMAS	11.8m RMS	
PRODUCTO		BANDAS	TAMANO	GAS US\$	CMA US\$
Ref 1m		B&W	x Km <sup>2</sup>	62.00	71.30
Ref 1m		Color	x Km <sup>2</sup>	68.20	78.43
Ref 1m Stereo		B&W	x Km <sup>2</sup>	128.00	147.20
Ref 1m Stereo		Color	x Km <sup>2</sup>	140.80	161.92
Ref 4m		MS	x Km <sup>2</sup>	62.00	71.30
Ref 1m + 4m Bundle		B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	93.00	106.95

PRODUCTO	PRO	10m CE90	1:12,000 NMAS	4.8m RMS	
PRODUCTO		BANDAS	TAMANO	GAS US\$	CMA US\$
Pro 1m		B&W	x Km <sup>2</sup>	98.00	112.70
Pro 1m		Color	x Km <sup>2</sup>	107.80	123.97
Pro 1m + 4m Bundle		B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	147.00	169.05
Pro 4m		MS	x Km <sup>2</sup>	98.00	112.70

PRODUCTO	PRECISION	4mCE90	1:4,800 NMAS	1.9 RMS	
PRODUCTO		BANDAS	TAMANO	GAS US\$	CMA US\$
Pre 1m		B&W	x Km <sup>2</sup>	136.00	156.00
Pre 1m		Color	x Km <sup>2</sup>	149.60	172.04
Pre 1m Stereo		B&W	x Km <sup>2</sup>	250.00	287.50
Pre 1m Stereo		Color	x Km <sup>2</sup>	275.00	316.25
Pre 1m + 4m Bundle		B&W/MS	x Km <sup>2</sup>	204.00	234.60
Pre 4m		MS	x Km <sup>2</sup>	136.00	156.40

PRODUCTO	PRECISION +	2mCE90	1:2,400 NMAS	0.9 RMS	
PRODUCTO		BANDAS	TAMANO	GAS US\$	CMA US\$
Pre Plus 1m		B&W	x Km <sup>2</sup>	Quote	Quote
Pre Plus 1m		Color	x Km <sup>2</sup>	Quote	Quote

## TERMINOS Y CONDICIONES

- Pedido o Área mínimo: 100 KM<sup>2</sup>.
- La dimensión mínima de uno de los lados es de: 5km.
- Porcentaje de nubes: Se garantiza 20%.
- Licencias:
  - El precio estandar incluye licencias para una sola empresa o agencia (CAG: Company / Agency License).
  - Licencias corporativa o multiples agencias (CMA: Corporation / Multi-Agency License), con costo adicional.
- Productos Multiespectral se entrega en dos opciones:
  - Con tres bandas (R,G,B) en un archivo
  - cuatrobandas (R,G,B, NIR) en cuatro archivos.
- Opciones de proyeccion Incluyen: UTM, State Plane, Albers Conical Equal Area, Oblique Mercator y Lambert Conformal Conic.
- Opciones de Datum / Ellipsoid Incluyen: WGS 84 o GRS 1980 / NAD 83.
- Rango de dinamismo: Los datos son recolectados a 11 bits por pixel, pero el producto puede ser enviado como 11 bits por pixel o 8 bits por pixel.

TIEMPOS ESTIMADO DE ENTREGA - APROXIMADO		
PRODUCTO	TIEMPO	TAMAÑO
GEO 1m o 4m	60 días	< 500 km <sup>2</sup>
	120 días	500 a 5,000 km <sup>2</sup>
	150 días	5,000 a 10,000km <sup>2</sup>
	Llamar	> 10,000 km <sup>2</sup>
GEO 1m o 4m ARCHIVO	15 días	
GEO ORTHO KIT	90 días	< 500 km <sup>2</sup>
	120 días	500 a 5,000 km <sup>2</sup>
	150 días	5,000 a 10,000km <sup>2</sup>
	Llamar	> 10,000 km <sup>2</sup>
REFERENCE, PRO, PRECISION, PRECISION PLUS	120 días	< 5,000 km <sup>2</sup>
	150 días	> 5,000
	Llamar	> 10,000 km <sup>2</sup>

**BMP Geomática S.A.**

**NOTA:**

- *LOS PRECIOS ESTAN EXPRESADOS EN DOLARES AMERICANOS*
- *LOS PRECIOS SON FOB - MIAMI, NO INCLUYE EL PAGO DE NINGUN IMPUESTO.*
- *PARA PRECIOS LOCALES CONSIDERANDO LA ENTREGA DE LA MERCADERÍA EN LOS ALMACENES DEL CLIENTE, LLAMAR O COMUNICARSE VIA:   *

**BMP Geomática S.A**  
Av. José Gálvez Barrenechea N° 645  
Urb. Corpac - San Borja  
Lima 41, Perú.  
Telf.: 0051-1-225-4030  
Fax: 0051-1-475-1513  
E-Mail: [geomatica@bmp.com.pe](mailto:geomatica@bmp.com.pe)



