

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):
1. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA (DIM)

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:
1. Energías alternativa: SAE-WEB

Tema: Diseño y construcción de un prototipo de Sistema Aéreo no Tripulado (UAV) de alas fijas versátil para la investigación de diversas arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión; con proyección al sector agrícola.

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto		
Director		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Valencia Torres Esteban Alejandro	Departamento de Ingeniería Mecánica	Ph.D.
Colaborador(es)		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
Hidalgo Díaz Víctor Hugo	Departamento de Ingeniería Mecánica	Ph.D.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA (DIM)

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Energías alternativa: SAE-WEB

1 Proyecto de Investigación

Título:

Diseño y construcción de un prototipo de Sistema Aéreo no Tripulado (UAV) de alas fijas versátil para la investigación de diversas arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión; con proyección al sector agrícola.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El Ecuador, es un país que busca generar tecnología con el fin de cambiar la matriz productiva. También tiene como uno de sus objetivos la potencialización de la producción agrícola nacional en las diferentes zonas del país, todas estas necesidades han motivado para la realización de la propuesta del proyecto en el cual se propone diseñar y construir un prototipo de un UAV de ala fija, tomando como base un diseño comercial, y ajustando sus características a las necesidades de la zona andina agrícola del país. Cabe recalcar que los sistemas comerciales tienen desventajas frente a las condiciones geográficas del país debido al gran rango de alturas de operación (0-3000 m), por lo cual el presente proyecto persigue el desarrollo de un marco de trabajo enfocado al diseño y selección de sistemas de propulsión y aerodinámicos en base al proceso de desagregación e innovación tecnológica aplicada al espacio aéreo ecuatoriano. Como conclusión de esto, se busca explorar las oportunidades en términos de diseño y fabricación, de las que se tienen actualmente en el país.

Palabras clave (4-6):

UAV, Sistema propulsión, Agricultura de precisión, Energía, Aerodinámica

2 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación



2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Diseñar y construir un prototipo de Sistema Aéreo no Tripulado (*UAV*) de alas fijas versátil para la investigación de diversas arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión; con proyección al sector agrícola mediante agricultura de precisión.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar mediante modelos matemáticos que están bajo desarrollo en proyectos en ejecución (PIMI 15-03 y PIJ 15-11) sistemas aéreos no tripulados tipo alas fijas usados en el sector agrícola en base a información disponible en el dominio público.
- b) Implementar un marco de trabajo de desagregación tecnológica que permita evaluar sistemas y componentes del sistema aéreo no tripulado seleccionado, definiendo la pertinencia y factibilidad de los mismos a ser desarrollados en el país.
- c) Desarrollar modelos para selección y evaluación del rendimiento del sistema de energía, propulsión y aerodinámico.
- d) Validar los modelos desarrollados.
- e) Estudiar el sistema de la estructura y los materiales para el fuselaje y propelas del sistema aéreo
- f) Desarrollar de código *CAD-CAM* para manufactura de elementos y componentes viables.
- g) Desarrollar un prototipo que permita estudiar diferentes arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión.

2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Análisis de los sistemas aéreos no tripulados tipo alas fijas usados en el sector agrícola.
- b. Informe de la pertinencia y factibilidad del desarrollo de sistemas aéreos.
- c. Modelo para la selección y la evaluación del rendimiento del sistema de energía y propulsión.
- d. Modelo aerodinámico para la aeronave no tripulada.
- e. Reporte técnico de análisis estructural, materiales y manufactura del prototipo aéreo.

3 **Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación**



<p>Actualmente el Ecuador tiene como uno de sus objetivos principales el impulsar el desarrollo agrícola, el cual se ve plasmado en el objetivo 10 del Plan Nacional del Buen Vivir “Impulsar la transformación de la matriz productiva impulsando la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario, acuícola y pesquero”.</p> <p>Una de las maneras más óptimas para mejorar la producción agrícola en el país, se basa en la utilización de tecnología con el fin de facilitar el monitoreo preventivo de los cultivos y así mejorar la producción agrícola. Uno de los métodos más utilizados es agricultura de precisión, la cual utiliza hardware y software especializado con el objetivo de monitorear y analizar los datos para poder tomar acciones y corregirlas a tiempo. Los datos son recolectados mediante sensores instalados en el suelo de los cultivos y además se utiliza cámaras acopladas en plataformas aéreas. Los sistemas aéreos no tripulados, con sus siglas en inglés <i>UAV</i>, son la manera más económica de obtener información de áreas extensas de terreno.</p> <p>Estas grandes ventajas han motivado el estudio y diseño de estos sistemas autónomos en el país y en mundo. Sin embargo, un problema que aqueja a los sistemas móviles y en especial a los vehículos aéreos es su tiempo de independencia de vuelo, lo cual va relacionado directamente con su consumo energético y la carga de peso que de éstos se requiera. Por otro lado, la implementación de estos sistemas en la zona andina también se dificulta por sus condiciones de operación y su reducción en eficiencia térmica y propulsiva. Por esta razón, para el caso se realizará el estudio de un <i>UAV</i> comercial y mediante un proceso de desagregación tecnológica se busca obtener las capacidades de diseño y construcción, adicionalmente se estudiará las necesidades de las zonas agrícolas y se adaptará el diseño para que supere las dificultades mencionadas. Tomando en cuenta las oportunidades y desafíos anteriormente mencionados que trae la implementación de estos sistemas, la Escuela Politécnica Nacional, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica se encuentra investigando los parámetros de vuelo y necesidades específicas para realizar el análisis de los cultivos en lugares desde la zona andina a la zona costanera del país. Los <i>UAV</i>s o drones son plataformas autónomas móviles que se enmarcan dentro de estos estudios y que están como parte de las temáticas analizadas en la línea de investigación de energía. En la misma que se estudia su optimización y el funcionamiento con parámetros específicos, como por ejemplo las altitudes en la zona montañosa.</p> <p>Para concluir, este proyecto busca generar en el Ecuador una tecnificación de la industria agrícola, adaptando estudios extranjeros a las necesidades del país, permitiendo así obtener un grado de independencia tecnológica que permita a futuro desarrollar marcos de trabajo para desagregación tecnológica e innovación en la Escuela Politécnica Nacional.</p>
--

4	Productos esperados
	<p>a. Publicaciones científicas (obligatorio); <input checked="" type="checkbox"/> Se espera 2 publicaciones científicas: 1 de conferencia internacional indexada en SCOPUS, entre las opciones se encuentran (las conferencias anuales de la AIAA, ASME, entre otras) y 1 en una revista indexada en Latindex o en SJR en el cuartil Q4 en el área de ingeniería aeroespacial o mecánica. Cabe indicar que lo anteriormente mencionado son los requisitos mínimos que se perseguirán por parte de los autores y que las mismas se definirán conforme al avance del proyecto y a los tiempos de publicación estimados.</p> <p>b. Disertación a la Comunidad Politécnica; <input type="checkbox"/></p> <p>c. Proyecto de Titulación; <input checked="" type="checkbox"/> Se espera por lo menos un proyecto de titulación de pregrado. El objetivo de la misma se desarrollará en relación al tópico: Diseño y manufactura de un prototipo <i>UAV</i> tipo alas fijas para la zona andina implementado en agricultura de precisión.</p> <p>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); <input type="checkbox"/></p> <p>e. Aplicación tecnológica construida o implementada; <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>f. Patente presentada; <input type="checkbox"/></p> <p>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <input type="checkbox"/></p>
5	Descripción y metodología y diseño del proyecto



5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Actualmente los agricultores han manejado el tratamiento de los cultivos de una manera empírica y con conocimientos ancestrales en la mayoría de casos, sin embargo, las tecnologías actuales en este ámbito han demostrado buenos resultados en esta área. Para el análisis se utilizan imágenes aéreas de satélites, lo cual en el primer caso resulta muy costoso. Es por ello que el uso de *UAV's* en estos campos representa ventajas sumamente competitivas, proporcionando mayor flexibilidad, un control más oportuno, mayor precisión, acceso rápido, y reducción de costos en personal y tecnologías caras como la satelital [5-6]. Los drones o *UAV's* son equipos desarrollados alrededor del mundo con amplias aplicaciones en distintos sectores tanto civiles como militares.

Para el presente proyecto se utiliza como base estructural un *UAV* tipo *fixed wing* debido a que posee una autonomía de vuelo mayor a la de los tipos de *quadrotores*. Sin embargo, estas aeronaves están optimizadas para la utilización en zonas llanas y en el Ecuador tiene una necesidad de utilizar esta tecnología en las zonas montañosas. Este trabajo se enfoca en la implementación de un enfoque de desagregación tecnológica que permita evaluar sistemas y componentes del sistema aéreo no tripulado seleccionado, definiendo la pertinencia y factibilidad de los mismos para ser desarrollados en el país. Para definir esto se busca desarrollar un marco de trabajo para el diseño y manufactura de sistemas aéreos no tripulados tipo alas fijas usados en el sector agrícola en base a información disponible en el dominio público. El desarrollo de los modelos para diseño de sistemas energéticos, propulsión y aerodinámicos se realizarán en las plataformas comerciales y abiertas: MATLAB, XFLR5, Xfoil, JSBSim, Tornado. La selección de dispositivos y sistemas del sistema aéreo permitirá definir los componentes y/o elementos que pueden ser fabricados mediante procesos de manufactura CAD-CAM y aquellos que deberán ser seleccionados para implementarse en el prototipo.

Las herramientas de modelación y diseño también serán útiles para evaluar el rendimiento y la viabilidad de usar los sistemas de propulsión y energía para el caso de estudio. En este sentido se utilizarán investigaciones previas en torno a sistemas de propulsión y energía [9].

Como parte experimental del proyecto, se realizará el ensamblaje del prototipo de acuerdo a los parámetros determinados en el análisis de desempeño de la aeronave en función de los sistemas aerodinámico, energía y propulsión. Cabe indicar que parte substancial del presente estudio es generar un prototipo versátil que permita la implementación de diferentes arquitecturas de propulsión, aerodinámicas y de energía para que a futuro este pueda ser utilizado como banco de pruebas.

- Metodología y diseño del proyecto

Actividad 1: Revisión bibliográfica y generación de base de datos

La presente actividad permitirá identificar el estado del arte en el campo agrícola del país en las áreas de tecnología y la experticia desarrollada con respecto a la implementación de drones. Esto se realizará revisando el estado del arte en los temas de agricultura utilizando como base la agricultura de precisión. Como resultado se generará una base de datos la información recolectada que determinan los requerimientos del *UAV*

Actividad 2: Implementación del marco de trabajo de desagregación tecnológica

Se realizará la evaluación del sistema y los componentes del *UAV*. Esto se realizará revisando el estado del arte en el diseño de *UAV's*, construcción y la adaptación de perfiles aerodinámicos. Como resultado se generará una base de datos la información recolectada que determinan las condiciones de operación de estos sistemas autónomos móviles y sus características.

Actividad 3: Modelación y simulación

Se realizará el desarrollo de los modelos para diseño de los sistemas energéticos, de propulsión y aerodinámicos utilizando las plataformas comerciales y abiertas: MATLAB, XFLR5, Xfoil, JSBSim, Tornado. Como resultado se obtendrá el análisis del *UAV* de acuerdo a los parámetros identificados para la aplicación propuesta. Cabe indicar que este proyecto esta relacionado con dos proyectos en ejecución (PIMI 15-03 y PIJ 15-11)

Actividad 4: Diseño de los componentes del *UAV*



Mediante los análisis anteriores se definirá los componentes y/o elementos que pueden ser fabricados mediante procesos de manufactura CAD-CAM y aquellos que deberán ser seleccionados para implementarse en el prototipo. Como resultado se obtendrá los diseños de los componentes a ser utilizados

Actividad 5: Validación de los modelos matemáticos y experimentación

Los modelos matemáticos y de simulación se validarán y refinarán mediante la comparación de los resultados numéricos obtenidos con resultados experimentales disponibles en el dominio público. Además esta actividad también concierne a la comparación de los modelos con las pruebas de campo del prototipo

Actividad 6: Ensamblaje del prototipo y pruebas de campo

En función de los procesos de manufactura determinados se procederá al ensamblaje del prototipo utilizando el diseño del perfil aerodinámico y los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos para su prueba en campo.

Actividad 7: Difusión de la Investigación

Se difundirá la investigación en congresos nacionales e internacionales, generando al menos una publicación en congresos y/o revistas indexadas.

- Referencias Básicas

1. Esteban A. Valencia, Devaiah Nalianda, Panagiotis Laskaridis, Riti Singh (2014); Methodology to assess the performance of an aircraft concept with distributed propulsion and boundary layer ingestion using a parametric approach, UK.
2. E. Valencia, C. Liu, P. Laskaridis, R. Singh (2013); An alternative configuration for distributed propulsion with boundary layer ingestion on a hybrid wing body airframe.
3. Esteban A. Valencia, Victor H. Hidalgo, Álvaro Aguinaga, Edgar Cando, Maricela Caldera (2014); Estudio de tecnologías innovadoras para sistemas de propulsión en aeronaves, 2014.
4. E. Valencia, P. Laskaridis, et al. (2015), Review of the Investigation of Innovative Propulsion System Architectures for Aircraft, Revista Politecnica, Vol. 35.
5. AUVSI. (2013). The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States. pp.2.
6. Blanks, M. (2014). Unmanned Aircraft Systems, UAS in agriculture, (pp. 25-30,36,50). Kansas State University
7. Nalianda Karumbaiah, D., (2014), Impact of environmental taxation policies on civil aviation - a techno-economic environmental risk assessment, Cranfield University PhD dissertation
8. Liebeck. Design of the blended wing body subsonic transport. Journal of Aircraft, 41(1):10-25, 2004.
9. Valencia Esteban (2015), Investigation of Propulsion Architectures for Advanced Distributed Propulsion Systems, Cranfield University, PhD thesis. 1
10. Gobierno Ecuatoriano, <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivos-nacionales-para-el-buen-vivir> , Accessed: 31/06/2016

6 **Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.**



6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

Proyecto	Director	Colaboradores
PII y PIS	16 HSS	8 HSS
PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Estaban Valencia	Director	2	DIM
Víctor Hidalgo	Colaborador	1	DIM
Alejandro Vintimilla	Colaborador	1	IEE (Externo)

6.2 Infraestructura y equipos

- Se utilizarán los Laboratorios de: Mecánica Computacional, Mecánica de Fluidos, Termodinámica, Energías Alternativas, Automatización Industrial de Procesos Mecánicos del Departamento de Ingeniería Mecánica y el Laboratorio de Metalografía, Desgaste y Falla del Departamento de Materiales.
- Oficinas de trabajo y computadoras de escritorio para los participantes del proyecto (que son parte de la infraestructura de la EPN).
- Suministros básicos de oficina (EPN).
- Biblioteca física y virtual de la EPN con acceso a algunas revistas y bases de datos especializadas (ver <http://biblioteca.epn.edu.ec>).

6.3 Breve justificación del equipo requerido

Los equipos solicitados son escogidos con el objetivo de la realización del prototipo, cabe resaltar que los elementos solicitados son determinados de acuerdo a análisis realizados en UAV's para similares aplicaciones.

La maquinaria y equipo requerido que se enlista en el anexo 4 se engloba en un UAV denominado comercialmente como *Skywalker X8 long range cargo drone*. El mismo que será utilizado para el proceso de desagregación tecnológica y adaptación del mismo a las condiciones de operación de agricultura de precisión. Este dispositivo ha sido definido por sus prestaciones similares y a su costo inferior a otras alternativas disponibles para este tipo de usos. Dentro del conjunto del Skywalker X8 se enlista una serie de componentes y accesorios que en función de su costo, disponibilidad y facilidad de adquisición, se procederá a su compra: individual, manufactura interna o importación en conjunto. Los elementos básicos para el funcionamiento que están dentro de la maquinaria (Skywalker X8) solicitada son:

- Estructura Aérea (fuselaje y accesorios)

Después del análisis aerodinámico y estructural del fuselaje y componentes auxiliares se procederá a realizar las pruebas de la estructura aérea para lo cual se comprará la materia prima para la adaptación del fuselaje de acuerdo a las especificaciones.

- Sistema de Radio

El sistema de comunicaciones necesaria para el control del UAV y la transmisión del estado del dispositivo.

- Servomotores

Elementos electromecánicos, los cuales van a funcionar con el objetivo de controlar las superficies de control: como elevador, alerones, entre otros; con el fin de navegar adecuadamente la aeronave.

- Hélice/propela

Es el elemento que transforma la potencia del motor a empuje.

- Motor Brushless

Elemento de conversión de la energía eléctrica en energía mecánica.



- Control Electrónico de Velocidad

Elemento primordial para realizar el control de la aeronave y así optimizar la energía, como una mayor autonomía.

- Baterías Lipo

Elemento utilizado sustentar la energía que necesita el UAV

- Microcontrolador

Elemento electrónico programable para realizar las acciones de control del dispositivo aéreo.

-Sistema First person View (FPV)

Sistema de telemetría y de visión artificial que permite ver y evaluar en tiempo real el desempeño de la aeronave

-Sensores varios

Sensores de presión, temperatura, altímetros, giroscopio, GPS, entre otros para lectura de datos en vuelo y evaluación del desempeño de la aeronave.

Cabe indicar que estos elementos están mencionados por unidad, sin embargo para algunos ítems se requiere más de una unidad, como por ejemplo: hélices, motores, servoactuadores, accesorios de conexión y transmisión, sensores. Estos implementos son requeridos en varias unidades por razones de repuestos y por la configuración versátil que se espera tener con la creación del prototipo para usarlo como banco de pruebas.

6.4 Fondos Adicionales

7 Declaración del Director del Proyecto

Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.

DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre: Dr. Esteban Valencia
CC: 1716298276

Quito, 18 de Julio de 2016
(lugar y fecha)

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ingeniería Mecánica en sesión del día lunes 18 de julio de 2016. mediante resolución No. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

JEFE DEL DEPARTAMENTO
Nombre: Dr. Jesús Portilla
CC:

Quito, 18 de Julio de 2016
(lugar y fecha)

Título del Proyecto: **Diseño y construcción de un prototipo de Sistema Aéreo no Tripulado (UAV) de alas fijas versátil para la investigación de diversas arquitecturas aerodinámicas, de energía y propulsión; con proyección al sector agrícola.**

Nº	Actividad	AÑO 1																															
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12																				
1	Revisión bibliográfica y generación de base de datos	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
2	Implementación del marco de trabajo de desagregación tecnológica					1	2	3	4																								
3	Modelación y simulación																																
4	Diseño de los componentes del UAV																																
5	Validación de los modelos matemáticos																																
6	Ensamblaje del prototipo y pruebas de campo																																
7	Difusión de la Investigación																																

Nº	Actividad	AÑO 2											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6						
1	Diseño de los componentes del UAV	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	Validación de los modelos matemáticos y experimentación												
6	Ensamblaje del prototipo y pruebas de campo												
7	Difusión de la Investigación												



Firma del Director del Proyecto
Ph.D. Esteban Valencia