

[Handwritten Signature]
2021/10/03

PROYECTO JUNIOR PIJ-15-11

Desarrollo de la metodología TERA (Techno- economic Environmental and Risk Analysis) en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura

En la ciudad de Quito D.M., a los veinte y dos días del mes de mayo del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Junior **PIJ-15-11 "Desarrollo de la metodología TERA (Techno- economic Environmental and Risk Analysis) en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura"**, por una parte, la **Ph.D. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **PhD. Esteban Alejandro Valencia Torres** en calidad de **Director del Proyecto Junior PIJ-15-11**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- El 4 de mayo de 2015, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 22, aprueba el Cronograma de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2015.
- El 21 de septiembre de 2015, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 53, se aprobaron los proyectos junior 2015, entre ellos el denominado: "**Desarrollo de la metodología TERA (Techno- economic Environmental and Risk Analysis) en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura**", presentado por el PhD. Esteban Valencia.
- Mediante Memorando EPN-VIPS-2016-0097-M, del 27 de enero de 2016, se informa a los Directores de los proyectos Junior 2015 que la fecha de inicio de los proyectos es el 1 de marzo del 2016.
- Posteriormente, mediante memorando EPN-VIPS-2016-0593-M, del 31 de mayo de 2016, se comunicó a los directores que el arranque oficial de sus proyectos sera el 01 de junio de 2016, y que en caso de que sus proyectos hubieran iniciado en una fecha anterior lo notificaran a la Dirección de Investigación y Proyección Social.
- Mediante Memorando Nro. EPN-PIJ-15-11-2016-0011-M del 07 de julio de 2016, El director del proyecto PIJ-15-11, presentó su informe de planificación y notificó que la fecha de inicio de su proyecto fue el 01 de abril de 2016.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

| | |
|-----------------------------------|--|
| Código de Proyecto | PIJ-15-11 |
| Nombre del Proyecto | <i>Desarrollo de la metodología TERA (Techno- economic Environmental and Risk Analysis) en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura</i> |
| Director del Proyecto | ESTEBAN ALEJANDRO VALENCIA TORRES |
| Colaboradores del Proyecto | DIANA VERONICA NAVARRO MENDEZ EDGAR FERNANDO SARMIENTO BORJA |

| | |
|---------------------------|--|
| | VERONICA DE LOS ANGELES ORBEA ANDRADE |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Mecánica (DIM) |
| Líneas de Investigación | Energías Alternativas |
| Objetivo | Desarrollar la metodología TERA, considerando las condiciones y realidades del Ecuador, el cual permita refinar la evaluación y la optimización de sistemas energéticos y de propulsión, en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura |
| Duración del Proyecto | <ul style="list-style-type: none"> • Inicio: 1 de abril del 2016 • Fin planificado: 31 de marzo de 2018 • Fin de prórroga ordinaria: 31 de diciembre del 2018 • Fin de prórroga extraordinaria: 30 de junio del 2019 • Duración total: 39 meses |
| Entrega del Informe Final | 1 de agosto de 2019 |
| Presupuesto asignado | \$ 80.000,00 USD |
| Presupuesto ejecutado | \$ 79.958,22 USD |

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-DIM-2019-0977-M del 18 de octubre de 2019, el M.Sc. Iván Zambrano, Jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica avala y remite el Informe Final del Proyecto Junior PIJ-15-11, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, y que se anexa y forma parte integrante de la presente Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Se desarrolló la metodología TERA, en sistemas aéreos no tripulados para la aplicación en sectores prioritarios considerados dentro del Plan Nacional del Buen Vivir, como son medicina, vigilancia y agricultura. Esta metodología permitió la optimización y comparación de forma sistémica del desempeño y de ciclos energéticos y de propulsión.
- Se identificaron las variables esenciales de los sistemas aéreos dadas las condiciones y realidades de Ecuador las cuales permitieron la evaluación y optimización de sistemas energéticos y de propulsión para su correcta operatividad.
- Los modelos paramétricos desarrollados permiten analizar el desempeño aerodinámico con respecto a la variación de las condiciones de operación y parámetros geométricos de los vehículos aéreos.
- Los proyectos de titulación de pregrado y de maestría se alinearon a los objetivos planteados dentro del proyecto de investigación los cuales permitieron encontrar evidencia sobre el aspecto aerodinámico y la evaluación del peso y rendimiento de las aeronaves no tripuladas, así como también estudios técnicos y económicos.
- La investigación realizada se presentó tanto a nivel internacional (conferencias) y nacional (congresos y disertaciones a la Comunidad Politécnica).
- El desarrollo de este proyecto permitió el fortalecimiento del grupo de investigación ATA, puesto que fomentó el desarrollo de tres propuestas de investigación externas (CEPRA XII 12 2018,



ODS FARO FLA 2019, GCRF CU UK 2019) que permitieron obtener aproximadamente 100000 USD externos para seguir desarrollando conceptos y modelos en el área de la aeronáutica, control y telecomunicaciones, mecánica, entre otras áreas de conocimiento. Además permitió el desarrollo de alianzas estratégicas con otras Universidades y organizaciones como: UPS, ESPE, Cranfield University, Grupo FARO, FONAG, EMMAPS, Ministerio de Ambiente, Parque Nacional Galápagos, entre otros; lo cual ha favorecido de sobre manera en el desarrollo de capacidades del grupo de investigación ATA, así como su expansión multidisciplinaria e interdisciplinaria.

• **PRODUCTOS:**

- Artículo publicado: *Methodology for the Assessment of Distributed Propulsion Configurations with Boundary Layer Ingestion Using the Discretized Miller Approach*; Esteban A. Valencia, Chengyuan Liu, Nalianda Devaiah, Panagiotis Laskaridis, Iain Gray, Riti Singh; Revista: International Review of Aerospace Engineering (IREASE) (Q1-2017), Junio 2017.
- Ponencia: *Weight and Performance Methodology for an UAV at Cruise Condition for Precision Agriculture*; Ponente – Esteban Valencia; AIAA Propulsion and Energy Forum 2017; 10-12 Julio de 2017. Estados Unidos – Atlanta.
- Poster: *Metodología TERA (Techno-economic Environmental and Risk assessment) como herramienta para modelar, evaluar y optimizar sistemas energéticos y de propulsión*; César Ayabaca, Luis Tipanluisa, Salvatore Reina, Luis Chicaiza, Esteban Valencia.; Congreso Internacional I+D+i en sostenibilidad Energética INER 2015; Noviembre 2015. Quito-Ecuador.
- Presentación a la comunidad politécnica: Conferencia: Unmanned Aerial Vehicles: Propulsion, Control and Applications; César Ayabaca; Enero 2017.
- Proyecto de titulación: *Parametric model for weight and performance assessment of an electric-powered unmanned aerial vehicle for the Andean Region*; Orlando David Calle Landázuri – Ingeniería Mecánica; Noviembre 2017. URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18920>
- Proyecto de titulación: *Estudio aerodinámico mediante herramientas paramétricas de una aeronave no tripulada para ser implementada en el sector agrícola de la región Andina*; Darío Alexander Rodríguez Claudio – Ingeniería Mecánica; Noviembre 2017. URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18910>
- Proyecto de titulación: *Diseño y construcción de un prototipo de multirroto de bajo peso y portátil, para inspección y monitoreo del volcán Cotopaxi*; José Luis Erazo López – Ingeniería Mecánica. Febrero 2019; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20122>
- Tesis de Maestría: *Diseño preliminar y análisis tecnoeconómico de un avión personal*; Daniel Alexander Ponce Montenegro – Maestría en Diseño, Producción y Automatización Industrial. Diciembre 2017; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18967>

LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Junior PIJ-15-11 fue de \$ 80.000,00 USD (Ochenta mil con 00/100) y se ejecutaron \$ 79.958,22. USD (Setenta y nueve mil novecientos cincuenta y ocho con 22/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

4. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-11: *"Desarrollo de la metodología TERA (Techno- economic Environmental and Risk Analysis) en sistemas aéreos no tripulados con aplicación en los sectores de la medicina, vigilancia y agricultura"*.

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los veinte y dos días del mes de mayo del año dos mil veinte.



Ph.D. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación

cc/np



Ph.D. Esteban Valencia
Director del Proyecto
PIJ-15-11