

PRESENTACIÓN PROYECTO

- [Generalidades](#)
- [Grupos](#)
- [Palabras Claves](#)
- [Zonas Estudio](#)
- [Entidades/Personas](#)
- [Entidades/Personas General](#)
- [Descripciones](#)
- [Cronograma](#)
- [Impactos](#)
- [Coberturas](#)
- [Productos](#)
- [Personal](#)
- [Rubros](#)
- [Rubros Entidad](#)
- [Detalles Rubros](#)
- [Rubros por Año](#)
- [Contrapartida](#)

Generalidades

Código Registro:	72078
Título:	Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas
Convocatoria:	852-2019 CONVOCATORIA DE PROYECTOS CONECTANDO CONOCIMIENTO 2019
Programa Nacional de CTel:	PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
Entidad/Persona:	UNIVERSIDAD ECCI
Tipo:	Proyecto
Tipo Financiación:	RECUPERACIÓN CONTINGENTE
Lugar Ejecución:	CUNDINAMARCA - MADRID
Duración en Meses:	24
Ejecución Cronograma en:	Meses
Focos Estratégicos:	ENERGÍA SOSTENIBLE
Temática(s):	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS O TECNOLOGÍAS PARA LA SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Grupos

Código	Nombre	Entidad	Clasificación	Número de Resolución	Año de Resolución
COL0086457	Grupo de Investigación de Aprovechamiento Tecnológico de Materiales y Energía- GIATME.	UNIVERSIDAD ECCI	B	0001	2008
COL0093003	Grupo de Investigación Ciencia y Poder Aéreo (CIPAER)	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	B	1490	2017

Palabras Claves

- GASES EFECTO INVERNADERO
- SOPORTE LOGÍSTICO
- TURBINAS
- IMPACTO AMBIENTAL
- BIOCOMBUSTIBLES

Entidades/Personas

Nombre Entidad/Persona	Rol
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	COEJECUTOR
UNIVERSIDAD ECCI	EJECUTOR

Entidades/Personas General

ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
-------------------------	------------------	------------------------	-----

Identificación / Nit:	899999102	Digito de Verificación:	2
Ciudad:	BOGOTÁ, D.C.		
Dirección:	Cra. 11 No. 102 - 50 Edificio ESDEGUE Oficina 411	Fax:	6206518
Página Web:	https://www.fac.mil.co/epfac/	Email:	wilson.jaramillo@fac.mil.co
Tipo Cubrimiento:			
Tipo Entidad Proponente:			
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal			
Nombre:	OSCAR MAURICIO GÓMEZ MUÑOZ		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	94446279

Primer Contacto			
Nombre:	WILSON AUGUSTO JARAMILLO GARCÍA	Cargo:	Comandante Escuadrón de Investigación
Teléfono Contacto:	6206518	Email:	wilson.jaramillo@fac.mil.co

Clasificación			
Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	Cra. 11 No. 102 - 50 Edificio ESDEGUE Oficina 411	Teléfono:	6206518
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PUBLICA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Juridica:		Tamaño:	

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

UNIVERSIDAD ECCI

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	860401496	Digito de Verificación:	0
Ciudad:	BOGOTÁ, D.C.		
Dirección:	carrera 19 No. 49-20	Fax:	3537171 ext 104
Página Web:	www.ecci.edu.co	Email:	vicerectoria.investigacion@ecci.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	a) Las entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) que cuenten con reconocimiento vigente por parte de COLCIENCIAS		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal	
Nombre:	FERNANDO ARTURO SOLER LOPEZ

Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Numero Identificación:	19056999
-----------------------------	----------------------	-------------------------------	----------

Primer Contacto

Nombre:	HERNANDO CURTIDOR	Cargo:	VICERRECTOR DE INVESTIGACION
Teléfono Contacto:	3537171	Email:	vicerecatoria.investigacion@ecci.edu.co

Clasificación

Sector:	EDUCATIVO		
Dirección:	carrera 19 No. 49-20	Teléfono:	3537171
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PRIVADA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Juridica:	GRAN CONTRIBUYENTE	Tamaño:	GRANDE

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:		Activo total último año:	

Descripciones

CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

- Conformación del equipo de investigación:** .
UNIVERSIDAD ECCI: CATEGORIA B GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN APROVECHAMIENTO TECNOLÓGICO DE MATERIALES Y ENERGÍA, (GIATME) COL0086457
Víctor Fontalvo Morales Coinvestigador del Proyecto correo: fontalvo.victor@gmail.com CC 1.030.551.759, Coinvestigador que diseñará el planteamiento experimental para evaluar el desempeño de las turbinas y las mezclas de combustible. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses
Gabriel Fernando Talero Coinvestigador del Proyecto correo: gtaleror@ecci.edu.coCC 72.298.140, Coinvestigador coordinar todas las fases de la metodología del proyecto, gestionar y administrar los recursos del proyecto, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto, socializar los resultados con el personal de la Alianza, conferencista.Dedicación: 6 horas semanales. Durante: 24 meses
Manuel Alejandro Mayorga Coinvestigador del Proyecto correo: mmayorgab@ecci.edu.co CC 79.729.627, Estudiante de doctorado especialista en hidrotratamiento de aceites. apoyar en las labores técnicas para la preparación de mezclas, así como también, será el encargado de montar el reactor y realizar los ensayos concernientes al proceso análisis químico. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses
Alberth Renne González Coinvestigador del Proyecto correo: albert.hysys@gmail.comCC 13707437, funciones relacionadas al análisis de las mezclas de biocombustibles y aditivos, así como el análisis termodinámico del banco de pruebas y el impacto ambiental del sistema y generación de emisiones. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses
Juan Sebastián Solís Coinvestigador del Proyecto correo: jsolisc@ecci.edu.co CC 75.094.285, funciones Administrar

las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la Turbina de Ensayo. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses

Javier Bonilla Coinvestigador del Proyecto correo: jbouillap@ecce.edu.co CC 1.057.573.535 Dirección de trabajos de maestría y/o proyectos de grado. Escritura de artículos, análisis de resultados. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses

FUERZA AEREA COLOMBIANA- ESCUELA DE POSTGRADOS: CATEGORIA B GRUPO DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y PODER AEREO, (CIPAER) COL0093003

Wilson Augusto Jaramillo García, Fecha de nacimiento 12 septiembre 1977 CC: 79.962.742 correo: wilsonjaramillo@epfac.edu.co Profesional en Gestión Tecnológica. Gestionar, planear, organizar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades del proyecto. Ejercer el seguimiento y control de aspectos como la dedicación y cumplimiento del tiempo asignado a cada investigador, el oportuno trámite administrativo para la adquisición de equipos, materiales e insumos y la absoluta reserva y confidencialidad del proyecto. Dedicación: 2 horas semanales. Durante: 24 meses

Mauricio López Gómez Coinvestigador del Proyecto correo: mauriciounal@gmail.com CC 74.770.971, coordinar los requerimientos técnicos para las pruebas en componentes aeronáuticos de las muestras obtenidas, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto. Dedicación: 6 horas semanales. Durante: 24 meses

Lady Johanna Carvajal parra, correo: lady.carvajalp@epfac.edu.co CC 53178001 Coordinador de Proyectos, de todas las actividades relacionadas con la ejecución y operación del sistema implementado, fases de la metodología del proyecto, gestión y administración de los recursos necesarios para la puesta en marcha del modelo, realización de informes de avance del proyecto. Dedicación: 4 horas semanales. Durante: 24 meses

Erika Juliana Estrada Villa, correo: erika.estrada@epfac.edu.co CC 30.230.574 Coinvestigador participar en el diseño y validación de los instrumentos para la recolección de la información, gestión y documentación de las diferentes fases del proyecto, facilitadora de las estrategias de apropiación social del conocimiento derivadas del proyecto, participación de las ACTI y redacción de informes. Dedicación: 4 horas. Durante: 24 meses

Juan David Pava, correo juan.pava@epfac.edu.co CC 80.429.336 Coinvestigador Coinvestigador verificar la puesta a punto del sistema en sus pruebas iniciales, corrección de casa fallas, seguimiento y control al sistema durante todo el tiempo de operación proyectada en el proceso investigativo, así como la recopilación de información del sistema ante los diferentes cambios que sus componentes físicos sufran ante los diferentes cambios ambientales. Dedicación: 8 horas semanales. Durante: 24 meses

ANTECEDENTES Y TRAYECTORIA DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN SOLICITANTE EN LA TEMÁTICA ESPECÍFICA DEL PROYECTO

GRUPO GIATME

El grupo de investigación GIATME va a planificar su accionar de forma organizada alrededor de la investigación en la temática energética, para lo cual adopta como forma operativa un verdadero trabajo en equipo entre investigadores, promoviendo abandonar el grupo como tradicionalmente se ha abordado, es decir como la suma de productos, trabajos o proyectos individuales, no interrelacionados y dispersos; por tal razón con el ánimo de ser eficaces y eficientes en esta tarea, adoptamos las siguientes guías de trabajo: -Realizar planes de trabajo anuales, que se deben presentar, discutir y avalar por sus integrantes a más tardar dentro de los dos primeros

meses del año, y que se debe evaluar y balancear en el mes de diciembre del año en curso. Cada plan debe tener unos objetivos y unas metas claras a alcanzar con base en los integrantes activos, su disposición y proyecciones. La idea es enfocarnos en aquellos proyectos y productos que permitan una mayor cualificación del grupo ante la comunidad científica nacional e internacional. -Realizar una reunión general con todos sus miembros al menos una vez, convocadas mínimo con una semana de anticipación por el líder o en su defecto el segundo líder. En la convocatoria se debe enunciar la agenda a tratar y enviar el medio digital el acta de la anterior reunión. En dichas reuniones se realizará seguimiento a los proyectos y productos en formulación o en desarrollo; se coordinará la organización y participación en eventos; se discutirán permanentemente las líneas de investigación tanto del grupo como su relación con las institucionales; se socializarán los trabajos de investigación.

Proyecto en curso

Diseño y fabricación un vehículo Mini-Baja V1.0 siguiendo los parámetros establecidos por la SAE.

Inicio: Mayo 2018.

Proyecto terminado

Tipo de proyecto: Investigación y desarrollo

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE BIOMASA Y CARBÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES DENSIFICADOS, GENERACIÓN DE GAS DE SÍNTESIS MEDIANTE PROCESOS DE DESCOMPOSICIÓN TERMOQUÍMICA Y SU USO EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Inicio: Enero 2016-2018

Proyecto terminado

Tipo de proyecto: Investigación y desarrollo

Evaluación criterios de eficiencia energética para los diseños viviendas como casas y apartamentos de interés social VIS en el Municipio de Soacha (Cundinamarca)

Inicio: Marzo 2013 Fin: Agosto 2013

RESUMEN EJECUTIVO

A nivel mundial, el sector transporte ha concentrado los esfuerzos para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), con la sustitución de los combustibles fósiles por biocarburantes, y hace más de 10 años, se ha venido produciendo a escala comercial biodiesel y bioetanol carburante para vehículos terrestres, ante lo cual, el sector aeronáutico visibiliza una oportunidad derivada de su impacto en las emisiones globales GEI de casi el 3.5%, razón de los ensayos de Biocombustibles en vuelos comerciales de prueba; en el primer semestre de 2019 la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) realizó las primeras pruebas en turbinas aeronáuticas, con mezclas hasta del 50% de Biodiesel y Jet A1, con resultados preliminares satisfactorios en rendimiento y disminución de GEI, La evaluación para que los biocarburantes reemplacen a los fósiles, se enfocan en que sean renovables, sostenibles ambientalmente, presenten mayor o igual eficiencia energética, que sus propiedades físico-químicas y funcionales correspondan con los estándares de sus homólogos fósiles, con la mejor concentración de la mezcla y evitando limitaciones que afecten la vida útil de los motores.

Por lo tanto, para generalizar el uso comercial de los biocombustibles en el sector aeronáutico, se debe superar los obstáculos desde el punto de vista químico, Ingeniería y de procesos logísticos, asegurar las condiciones similares en su rendimiento a los combustibles existentes; deben tener alta disponibilidad a un costo adecuado; deben ser fiables en su manipulación y en los tanques de almacenamiento y poliductos; su producción debe ser competitiva respecto a los combustibles convencionales; y por último deben ser sostenibles y no emplear biomásas que sean alimentos. El proyecto se enmarca en aspectos relacionados a sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático, promoviendo además la producción sostenible de biocombustibles, a partir de la necesidad o prospección de uso del sector Aeronáutico Nacional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La creciente demanda energética mundial, el agotamiento de los recursos fósiles, sumado a problemáticas sociales y ambientales, ha generado la necesidad de investigación en nuevas fuentes de energía renovable. Actualmente, el principal problema en el empleo de los combustibles fósiles se relaciona con la acumulación de gases de efecto de invernadero (GEI) en la atmósfera, generado por el dióxido de carbono o metano (gases producidos principalmente en el sector industrial, agrícola y de Transporte). Específicamente en Colombia, el sector transporte consume alrededor del 36 % de la energía, y es responsable del 17 % de las emisiones de CO₂ equivalentes [1]. Es por esto por lo que el gobierno de Colombia consciente de la escasez en sus reservas de petróleo y del impacto ambiental que genera, ha comenzado a alinear sus políticas hacia la implementación de nuevas fuentes de energía no convencionales. Específicamente, Colombia se comprometió mediante el acuerdo COP21 a reducir en un 20 %, antes del año 2030, las emisiones de gases de invernadero.

Con el fin de satisfacer estos requerimientos, el Ministerio de Minas y Energía estableció que el diésel de origen fósil en Colombia debe ser mezclado con biocarburantes, y así aminorar un poco el impacto ambiental. Sin embargo, para el transporte aéreo, no se ha adoptado ninguna política, debido a la falta de investigación en la producción de estos biocombustibles y el efecto en sus correspondientes motores. Actualmente, las aeronaves con motores a reacción, tanto civiles como de estado, emplean combustibles fósiles derivados del petróleo, sin ser mezclados con algún biocombustible. En general, a nivel de Latinoamérica, actualmente existe un rezago importante a nivel investigativo e industrial en esta área del conocimiento.

Al presente las aeronaves con motores a reacción, tanto civiles como de Estado, tienden a usar combustibles Fósiles derivados del petróleo los cuales no son renovables, y son extremadamente contaminantes, siendo tendencia mundial buscar nuevas alternativas, no siendo la Fuerza Aérea la excepción, sin embargo no se tiene la capacidad de realizar las pruebas funcionales requeridas a estos biocombustibles, ya que no se dispone de plantas motrices, ni de bancos de pruebas para este propósito, necesitando este tipo de componentes para la validación y correlación de rendimientos entre los combustibles fósiles y los Biocombustibles. Hoy día la sociedad enfrenta problemas y desafíos cada vez más críticos debidos al aumento de la población, la industrialización, la generación de residuos contaminantes, la crisis energética y la dependencia del petróleo, gas y carbón que se agotan día a día. Más de la mitad del consumo energético se concentra en el sector transporte e industrial, donde prevalecen los combustibles de tipo fósil, principalmente las fracciones ligeras (gasolina) y medias (diésel) del crudo [2].

De esta forma, la tendencia a nivel mundial es la de establecer condiciones para que se incremente la participación en el uso de biocombustibles en el sector transporte y a que la producción de estos sea sostenible.

Globalmente, la producción de biocarburantes fue de 19.651 Mtep (Millones de toneladas equivalentes de petróleo) en 2005 y llegó a 74.847 Mtep en 2015. En 2012, los biocombustibles que más se emplearon en el mundo tuvieron la siguiente producción, en miles de barriles por día (kBPD): 1.471 de bioetanol y 433 de biodiésel [3]; mientras que el consumo de destilados fósiles homólogos en el mismo año fue de 28.547 kBPD para ligeros - gasolinas- y de 32.993 para medios - gasóleos- [4], es decir que la participación de los biocarburantes en el mercado global de combustibles para el transporte aún no tiene mayor peso. En Colombia fue 6,34 kBPD de alcohol carburante (bioetanol) y 9,88 kBPD de biodiésel; mientras que el consumo de los fósiles análogos fue de 85,42 kBPD de gasolina y de 131,60 kBPD de ACPM respectivamente [5]. En 2009 el consumo de combustible de aviación en el país fue de 18.5 kBPD, es decir casi 6 veces menor a la de diésel [6]. La producción mundial de biocarburantes aumentó un 0,9% en 2015, la tasa más baja de crecimiento en los últimos 15 años; para el etanol subió un 4,1%, gracias a las regiones de Asia Pacífico y América, mientras que la de biodiésel bajó en un 4,9% en 2015, con el descenso de la producción en las principales regiones productoras [4].

Los pronósticos realizados permiten ver que en los próximos 20 años la producción de biocombustibles continuará en aumento, sin embargo, todavía rezagados frente a los carburantes fósiles, y se proyecta que el consumo mundial de petróleo y otros líquidos combustibles se incrementará desde 90 millones barriles diarios en 2012 hasta 100 millones en 2020 y 121 millones en 2040. La producción de otros líquidos aumenta en promedio 1,5% cada año; el crecimiento en otros suministros se atribuye en parte a los coproductos de la industria del gas natural y a las políticas gubernamentales destinadas a incrementar el uso de combustibles líquidos alternativos en el sector transporte [7].

En Colombia, se produce bioetanol desde 2005 y biodiésel desde 2008 de acuerdo con las leyes 693/2001 y 934/2004 respectivamente. Actualmente, se tiene una capacidad instalada de 475.500 t anuales de bioetanol en seis plantas y 661.000 t por año de biodiésel en diez plantas, de estas capacidades instaladas, en 2015 se utilizó el 74,10% y el 77,66% respectivamente (Federación Nacional de Biocombustibles, 2016), en 2010 estas participaciones eran del 37,80% para el bioetanol y de 67,45% para el biodiésel. La evolución en la producción de biocarburantes tanto a nivel interno como externo en los últimos años se ha desacelerado algo debido principalmente a los altos precios de las materias primas. Las mezclas combustibles predominantes en este momento en el país son, para la gasolina la E8 (gasohol), salvo algunos departamentos del norte limítrofes con Venezuela con E0, y para el ACPM la B10, a excepción de la región Cundiboyacense y algunos departamentos de la Orinoquía con B8 y los limítrofes con Venezuela con B2 (salvo la Guajira, B0). Aun cuando es evidente la predominancia del impulso de estas políticas de sustitución parcial de combustibles fósiles en parque automotor del transporte terrestre, el transporte aéreo no ha sido ajeno el sector aeronáutico no han sido ajeno a esta situación que es responsable del 2-3% de las emisiones de CO₂ y menos del 3% de las emisiones NO_x [8].

Actualmente, a nivel mundial, la aviación consume cerca de 5 millones de barriles diarios de crudo, es decir el 5.8% del total consumido en el mundo, que en términos de combustible convencional equivalen entre 1.5 y 1.7 mil millones de barriles anuales de combustible convencional por año [9]. La demanda de jet fuel está proyectada para crecer 38% desde 2008 hasta 2025, es decir a con un crecimiento del 1.9% anual [8].

En la industria aeronáutica mundial, hoy en día se presentan importantes retos referidos a los precios del crudo, la seguridad nacional, el impacto ambiental y la sostenibilidad, lo que hacen difícil tener un plan a largo plazo y un presupuesto para los gastos de operación. De esta manera, los biocombustibles sostenibles producidos a nivel mundial ofrecen una solución a estos problemas. Los combustibles derivados de la biomasa (biocombustibles) son una alternativa potencial al combustible fósiles de aviación [9].

En años recientes se ha tenido un notorio crecimiento en el número de investigaciones que buscan la sustitución parcial o total del jet fuel o queroseno por Biocombustibles, ya en 2009, la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) anunció un compromiso en tres pasos para que la industria aeronáutica logre un crecimiento con carbono neutro: En promedio, una mejora del 1.5% anual en la eficiencia de combustible desde 2010 hasta 2020; crecimiento en carbono neutro desde 2020; y 50% de reducción en emisiones de carbón en 2050 en comparación con el nivel de 2005 [8].

Pese al notorio incremento en la participación de los biocombustibles de primera generación en el mercado de

combustibles, el hecho de que éstos sean renovable no significa que sean sostenible, ya que se han estudiado los siguientes efectos negativos y adversos de los mismos: (1) sobre el medio ambiente se tiene el uso intensivo del suelo, producción de compuestos oxigenados hacia el aire y baja tasa de absorción de carbono en el ciclo [10]; desde el punto de vista social se tiene el aumento en el precio de ciertos alimentos, desplazamiento y concentración de la propiedad; (3) desde el punto de vista económico son procesos poco rentables y los productos no presentan la mejor eficiencia energética en su uso [11]; finalmente, (4) a nivel tecnológico las propiedades de la gran mayoría de estos biocarburantes no están dentro de los estándares de sus homólogos fósiles, lo que repercute en el funcionamiento, compatibilidad y mantenimiento (vida útil) de los equipos y máquinas que los emplean [12].

En el contexto nacional a través de varias iniciativas como el Documento CONPES 3510 [11], y la Resolución 180919, Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía, PROURE, (Ministerio de Minas y Energía, 2010), se hace un esfuerzo por incorporar el carácter sostenible de las fuentes de energía como requisito fundamental para su desarrollo, buscando además la optimización en el uso de la energía en el sector industrial y de transporte, con reconversión tecnológica, ahorro y buenas prácticas de operación. La Ley 1715 de 2014 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, promueve el uso de energías renovables no convencionales y tecnologías limpias apoyando e incentivando proyectos en estas áreas a través del Fondo de Ministerio de Minas y Energía (FENOGE).

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la mezcla de Biocombustible que ofrece las mejores condiciones para el desempeño de la Turbina, en términos Ambientales, Operacional-Logístico, y Técnicos?

ESTADO DEL ARTE

La FAC dispone de personal altamente calificado y entrenado en los procesos de Logística Aeronáutica, Seguridad Operacional, y Mantenimiento Aeronáutico, por tal razón en el año 2018 en base a estas capacidades se proyectó la adaptación del Banco de Pruebas A/M37T-21^a que fue utilizado para pruebas de los motores Garret T-76, utilizados por la Aeronaves Rockwell OV-10, equipo que ya no es operado por la FAC, lo que ocasionó que quedara inoperativo pero funcional, proyectándolo entonces como plataforma de ensayos de Mezclas de combustible Fósil con Biodiesel utilizando como planta motriz un motor Pratt & Whitney PT6-60, no operacional a nivel legal aeronáutico, pero plenamente funcional para usarlo como planta de pruebas, realizando un programa de mantenimiento aeronáutico ordenado por el fabricante [13] de tal manera que las condiciones de reproducibilidad del funcionamiento fueran lo más veraces posibles, Figura 1.



Figura 1 Conjunto Celda de pruebas para Biocombustibles

Para cumplir estos requisitos se estructuró un plan de trabajo para la puesta a punto del banco mencionado en base a

las siguientes condiciones: Revisión técnica de la factibilidad del uso de banco A/M37T-21A, y el motor PT6-61, como conjunto para las pruebas de operación con mezclas de Biocombustibles, Adaptación del Banco A/M37T-21A, Inspección y revisión del motor PT6-60, Integración operacional conjunto Banco de pruebas-motor, para ensayos de mezclas con Biocombustibles.

El banco de pruebas A/M37T-21A, usado de acuerdo a sus especificaciones técnicas tiene una capacidad de trabajo de hasta 8000 Caballos de Potencia, y es posible usarlo para otros modelos diferentes de turbinas Aeronáuticas[TO 33D4-6-212-41 1993], en base a estas consideraciones la Infraestructura física y sistemas de medición del banco se pudieron adaptar para la proyección de pruebas de Biocombustibles con el motor Pratt & Whitney PT6-61, ya que la potencia de este motor a condiciones de Atmosfera Standard de operación [15] es de 850 Caballos de Potencia, lo cual representa tan solo un 11.75% de la capacidad total de trabajo del banco de pruebas, lo cual genera un margen amplio de confiabilidad y seguridad operacional para la ejecución de las pruebas requeridas, y facilidad logística en la consecución de suministros y repuestos, con esta fundamentación se realizó la elección del Banco como plataforma para el desarrollo investigativo experimental.

La línea de motores PT6 es una línea de motores turbohélice muy usada a nivel de la aviación Comercial y Militar a nivel mundial, y la FAC opera diversidad de Aeronaves con este tipo de turbina, por lo que el elegir el modelo PT6-60, tuvo la ventaja de que se disponía mucha información desde el Área de Ingeniería, Soporte Técnico, Mantenimiento, Logística y Seguridad Operacional, facilitando el diseño de las pruebas de operación a efectuar con mezclas de Biocombustibles, y el alistamiento del motor en sí, ya que se realizaron los procesos de Mantenimiento programado de acuerdo a lo establecido en los manuales del fabricante para revisión general e inspección de la sección caliente, lo que permitió maximizar y flexibilizar el cronograma de trabajo, y certificando no la aeronavegabilidad, sino la condición de operación en parámetros normales de trabajo en Temperatura, flujos y presiones de Combustible y Aceite, y Torque, siendo la primera vez que se efectúa un ciclo de mantenimiento nivel Tres a un motor funcional de la FAC para su funcionamiento con mezcla de JET-A1, y Biocombustible.

Lo anterior permitió verificar alternativas a los combustibles fósiles de uso aeronáutico, observando una disminución preliminar de las emisiones de los GEI, causantes del calentamiento global, esto permitirá a la aviación Civil de Estado de Colombia ir alineándose con los compromisos adquiridos en la conferencia de París 2015 [16] contra el cambio climático, además la FAC en su Plan Estratégico Institucional 2011-2030 (PEI) en su oferta de capacidades menciona el compromiso con el control y protección del medio ambiente, y poder integrarlo al desarrollo del sistema logístico aeronáutico, para de esta forma contribuir al fomento de una cultura de investigación e innovación en Tecnologías verdes. Una parte crucial de la puesta a punto del banco fue el desarrollo de una interfaz de alimentación eléctrica y de indicación de parámetros entre la cabina de control- y la turbina, que permitió la realización de las pruebas funcionales del motor dentro del proceso investigativo, y analizar los resultados en cuanto a emisión de gases de las mezclas de combustible a utilizar.

Realizadas las actividades anteriores en el 2019 se realizaron las primeras pruebas funcionales de una turbina aeronáutica con mezclas de Biodiesel, y Jet A1, con resultados positivos, verificando que, si es funcional una turbina aeronáutica con Biocombustibles, sin embargo, falta proseguir los estudios de rendimiento, y facilidades de distribución, almacenamiento y producción desde el punto de vista de la logística aeronáutica.

El diseño y construcción de una instalación de pruebas para motores a reacción puede influenciar la operación del motor y su performance. Por lo tanto, una evaluación precisa del performance de las turbinas aeronáuticas en pruebas en cuanto a consumo y rendimiento en el uso de un combustible de aviación determinado requiere que las influencias tanto de la instalación de pruebas como de la planta motriz, incluyendo el equipamiento instalado, sean conocidas. Los mecanismos de correlación de datos obtenidos en un banco de pruebas son aplicados para determinar el efecto de estos ítems en el rendimiento operacional de la Turbina, y una parte importante es cuantificar la eficiencia de la cadena de soporte logístico necesaria para integrar los equipos, sistemas y suministros requeridos en la operación del conjunto banco de prueba- Turbina.

Por lo que se correlaciona y valida la integración de componentes, por un lado, y el diseño de la plataforma de soporte específica para las condiciones de trabajo establecidas, la correlación también puede ser válida para modelos derivados de motores con un menor empuje, pero usando los mismos componentes instalados [17] en la investigación experimental sobre pruebas de rendimiento en turbinas, realiza un análisis a los resultados de la prueba de un motor aeronáutico en una celda de ensayos durante más de 10 horas, recogiendo las mediciones de rendimiento, parámetros

de sección transversal y finalmente descomponiendo el motor para sus respectivos análisis y comparación con los cambios de performance a medida que avanza la prueba. Con este experimento los datos concluyen que el mantener un motor a régimen máximo acelera el envejecimiento de sus componentes, la temperatura de salida aumenta, incrementando el área de algunas secciones causando distorsiones y erosión.

Con esta investigación se puede generalizar el comportamiento de las turbinas aeronáuticas, una vez cambien sus condiciones de rendimiento y así referenciar cual es la probable causa de falla o la sección del problema, como puede ser el caso de uso de mezclas de Biocombustibles, y su impacto operacional y logístico.

Lacaille et al [18] describen en su propuesta la implementación de un detector de anomalías adaptativa usado en celdas de prueba para motores Aeronáuticos en un banco de ensayos (Safran Group), que consiste en utilizar miles de sensores detectando medidas de rendimiento como presión, temperatura, flujos, mediciones con acelerómetros, temporizadores, micrófonos y para esto recurren a una herramienta que monitorea estos procesos que comúnmente utiliza tres algoritmos; el primero para detección de anomalías de rodamientos mediante el análisis de punteros de vibraciones (aceleración, desaceleración y velocidad estática), el segundo es un detector que busca vibraciones anormales por FOD (Foreign Object Damages- Daños por elementos extraños) y contactos rotor estator, y el tercero es un detector de anomalías funcionales que es la principal causa de este estudio.

En la búsqueda de una industria aeronáutica más sostenible se tienen estos primeros casos de vuelos comerciales en el año 2011, sin embargo, es necesario anotar que los vuelos iniciales se empezaron a realizar desde 2008, siendo el primero el realizado por la Aerolínea Virgin Atlantic en un B747-400 usando una mezcla combustible de 20% de aceite de coco y babasu [9]. La aerolínea alemana Lufthansa usó por primera vez en uno de los dos motores de un Airbus 321 una mezcla al 50% entre combustible fósil y biocombustible de nueva generación para cubrir el trayecto entre Hamburgo y Fráncfort [19]. La aerolínea United, por su subsidiaria Continental Airlines operó el primer vuelo comercial en Estados Unidos entre Houston y Chicago usando una mezcla de biocombustible avanzado derivado de algas y turbosina tradicional en un Boeing 737 que ya había hecho un vuelo de demostración usando un biocombustible obtenido de jatropha y algas. Tienen la intención desde 2014 de comprar 20 millones de galones anuales de biocombustible a Solazyme [20]. También la aerolínea KLM en una ruta comercial entre Ámsterdam y París usó una mezcla de 50% de queroseno convencional con biocombustible obtenido de aceite de frituras reciclado [21].

Air France realizó su primer vuelo comercial entre Toulouse y París usando una mezcla con el 50% de biocombustible proveniente de aceite de cocina usado en un Airbus A 321 [22]. En 2012, LAN Airlines y Copec se realiza el primer vuelo comercial en Sudamérica utilizando biocombustible proveniente de aceite de cocina usado en un Airbus A320 entre Santiago y Concepción [23]. El primer vuelo comercial de prueba en el país fue realizado en 2013 por LAN Colombia en asocio con Terpel para el trayecto Bogotá – Cali, en un Airbus A320 que usó una mezcla de dos terceras partes de combustible Jet Fuel A1 con una tercera parte de biocarburante obtenido de aceite de camelina [24].

Según el director de Boeing Commercial Airplane, Richard Wynne antes de generalizar el uso comercial de los biocarburantes en el sector aeronáutico es necesario superar una serie de obstáculos [25]:

- Los combustibles tendrán que ser químicamente idénticos y realizar lo mismo que los combustibles existentes.
- Debería haber una fuente suficientemente grande como para que estos nuevos combustibles pudiesen estar disponibles a un coste adecuado.
- Se debe realizar modificaciones a los programas de suministros y soporte logístico para que los aeropuertos sean capaces de manejar los combustibles sin tener que hacer grandes cambios en los tanques de almacenamiento, oleoductos y otras infraestructuras,
- La producción comercial debe tener un precio que comparativamente sea favorable respecto a los combustibles convencionales.
- Los combustibles tienen que ser sostenibles, y no competir con las fuentes de alimentos.
- Deben ser operacionalmente Seguros

En el año 2011 se proyectó que los biocarburantes para aviación serían comercializables en Estados Unidos para el sector transporte con una mezcla del 1% en 2015, lo que equivale a un ahorro de 16 millones de galones de combustibles fósiles en un año [25]. En el año 2014 Boeing se interesó en usar “Green Diésel” como una opción para incluir este biocarburante en la mezcla de combustible jet, además que la industria a nivel mundial podría suministrar 300 millones de galones anuales para cubrir un 1% de la demanda de combustible para aviones.

En términos de motores y turbinas de aviación, las características del combustible apto para estas condiciones, están asociadas a la energía o poder calorífico del combustible y a las propiedades de transporte (Viscosidad, densidad, conductividad térmica), junto con las propiedades de estabilidad del combustible, en relación a su fluidez a condiciones extremas, estas propiedades son el Freezing Point, el Flash Point y el Cloud Point, las cuales miden la tendencia del combustible a solidificarse, a formar goma y depósitos de carbono a temperaturas elevadas, afectando la operación de vuelo y el desempeño del motor [26].

Boeing y las 27 aerolíneas del Grupo de Usuarios de Combustible de Aviación Sostenible están comprometidas a desarrollar biocombustible que se produzca de manera sostenible, sin impacto negativo en las emisiones de gases de efecto invernadero, seguridad alimentaria local, suelo, agua y aire [27]. La industria aeronáutica es responsable de más del 2% de las emisiones de GEI, por lo que considerando que los aviones eléctricos están aún en fase de experimentación, las aerolíneas y empresas aeroespaciales consideran que los biocombustibles son su mejor apuesta para quemar menos combustibles fósiles. En 2016 se estimó que las biorrefinerías a nivel mundial podrían suministrar hasta 100 millones de galones anuales, lo cual aún es incomparable ante los 83000 millones de galones combustible fósil que anualmente consumen las compañías aéreas [28].

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO QUE INCLUYA EL EJE, LÍNEA Y SUBLÍNEA TEMÁTICA

Considerando el uso de biocombustibles para Turbinas Aeronáuticas, se está contribuyendo a la competitividad sostenible del País, como es Planteado en el PECTIA (Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano (2017-2027), en aspectos de sostenibilidad ambiental y cambio climático, al posible uso de mezclas de biocombustibles que reducen el nivel emisiones, y polución atmosférica.

La FAC dentro de su oferta de capacidades distintivas estableció el compromiso para el control y protección del medio ambiente [Plan Estratégico Institucional 2011-2030] como una forma de contribución para el sostenimiento y proyección social de Colombia, siendo un punto central incentivar espacios investigativos en búsqueda de recursos energéticos amigables con el ambiente siendo un tema esencial para satisfacer la demanda de energía limpia y sostenible a nivel mundial y muchos países se han adherido a esta labor a través de inversiones en infraestructura y liderando iniciativas para la generación de energías renovables y eficiencia energética [30] proporcionando espacios y temas de investigación. Y esta alternativa surge en la sociedad actual como propuesta que permita disminuir la huella de carbono, en el medio ambiente, y su impacto en el calentamiento global.

Con el desarrollo de la investigación, se busca promover el estudio, para la disminución del consumo de fósiles en turbinas aeronáuticas en la aviación militar y comercial en Colombia, para satisfaciendo la demanda de forma continua, como una oportunidad para contribuir a generar a mediano plazo disminución de los GEI, Impulso al desarrollo aeronáutico nacional, optimización de procesos logísticos aeronáuticos, y proyección del sector de Biocombustibles, para posicionamiento a nivel regional.

una posibilidad de solución a las desventajas ambientales, sociales y técnicas de los Combustibles actuales es el uso de estos en mezclas con Biocombustibles, pero que en la actualidad se encuentran en fase de investigación y desarrollo, pero van cobrando importancia como se observa en los lineamientos políticos de las potencias industriales como se ve en las iniciativas contenidas en el Estándar de Combustibles Renovables o RFS2 [31] y el Energy Independence and Security Act de 2007 [32] de Estados Unidos, además de la Directiva UE 28/2009 de la Unión Europea (The European Parliament and the Council of the European Union, 2009) y el Comité de Seguridad Alimentaria (CFS) de la Organización de las naciones Unidas para la alimentación (FAO).

Se requiere entonces, explorar el uso de diferentes mezclas y tipos de Biocombustible a partir de diferentes fuentes que tengan una alta disponibilidad y que las propiedades finales sean más adecuadas para lograr de manera sostenible una sustitución parcial o total de los combustibles fósiles, sin afectar drásticamente las

tecnologías empleadas actualmente por el sector transporte actual y la cadena de soporte logístico. Por lo tanto, la FAC, puede impulsar a nivel aéreo el uso de biocombustibles en las aeronaves contribuyendo así a los compromisos de mitigación de cambio climático que adquirió el país en convenios internacionales respecto a la reducción de emisiones GEI en el sector de transporte aéreo.

Asimismo la ejecución del proyecto impacta directamente en las capacidades de I+D a partir de la creación de alianzas entre el sector académico y el sector productivo, en este sentido la FAC, la ECCL, y Bio D, que fortalecen las competencias investigativas, al desarrollar productos que aportan a la mejora de la categoría de los grupos de investigación involucrados, mediante mejoramiento de infraestructura para investigación, esto incluye el banco de pruebas de las turbinas y el montaje experimental para validación y producción de mezclas de biocombustibles a partir del diseño experimental para determinar las mejores mezclas.

Además, el tema de los combustibles en el sector aeronáutico es crítico ya que representa entre el 50 y el 6% del presupuesto anual a nivel militar o comercial. Así por ejemplo analizando el periodo comprendido entre 2010 y 2016, se tiene que la FAC en el 2013 tuvo un gasto de \$ 38.55 mil millones correspondientes al consumo de 404.55 mil barriles de combustible, a un precio promedio entonces de \$ 6.400 pesos, para una empresa comercial este consumo puede ser hasta 10 veces mayor, y los retos logísticos para el abastecimiento de los Biocombustibles son en diferentes niveles y focalizados a etapas desde la mezcla de biocombustibles, lo que genera en el sector aeronáutico cerrar las brechas de capacidades y habilidades requeridas para mantener la sustentabilidad de la operación, enfocándose en la estandarización de procesos, generación de lineamientos y desarrollo de la gestión para la reducción de factores de riesgo operacionales, económicas y logísticos en almacenamiento, manipulación y transporte; derivado de la excelencia operacional y reflejado en las altas exigencias de seguridad en el sector aeronáutico, impactando en las operaciones de servicios de transporte de carga y pasajeros, desarrollados desde el sector público y privado.

Por lo tanto se observa la necesidad de ensayar y escoger la mezcla óptima de Biocombustible con combustible fósil aeronáutico, que permita establecer los criterios de valoración Química, Ambiental, Logística, y Técnica, que proyecten a corto plazo su certificación para su aprobación en el sector aeronáutico, y a la vez contribuir con el control de los GEI, cumplimiento de los compromisos ambientales, propender por un desarrollo sustentable, por el usos de fuentes energéticas limpias, e impactando positivamente a nivel económico, a la sociedad colombiana.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento del uso de mezclas de Biocombustibles en Turbinas Aeronáuticas, contemplando variables asociadas al impacto ambiental, soporte logístico, naturaleza de los Biocombustibles, y rendimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronauticas.
 - Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible.
 - Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles.
-

METODOLOGÍA

El proyecto se realizará en la Base Aérea de Madrid (Cund), con una duración de 24 meses, mediante la puesta a punto y conversión del Banco de pruebas AMT37-21.

De acuerdo con una filosofía de la gerencia de ingeniería de procesos logísticos, enfocándose en la solución de problemas de procesos, esta metodología es propuesta por el Systems Manage College del Department of Defense (DoD) de los EEUU en su guía Systems Engineering Fundamentals de enero de 2001. Siendo necesario por lo tanto seguir los lineamientos relacionados específicamente para el desarrollo de concepto y tecnología (en su etapa de exploración de concepto) y en el desarrollo avanzado de componentes. Esto se resume en las figuras 2 y 3.

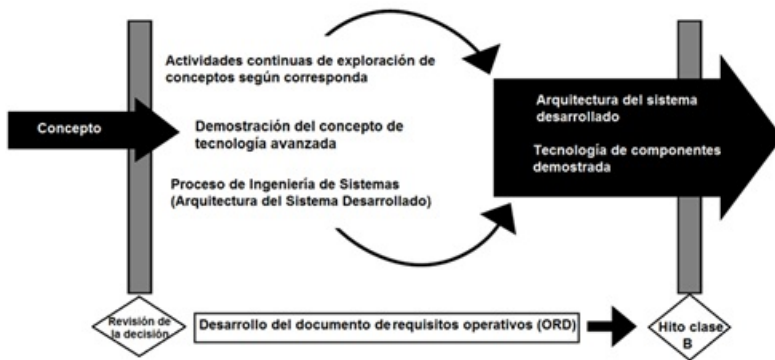


Fig. 2

Desarrollo de conceptos y tecnología (etapa de desarrollo avanzado de componentes).¿

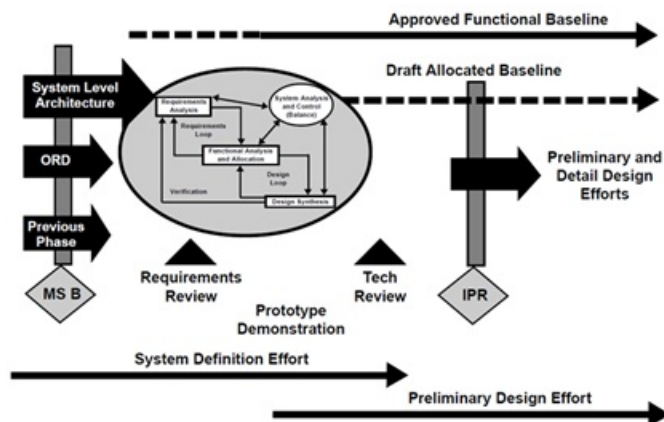


Fig. 3 Desarrollo y demostración del sistema (etapa de integración del sistema).

Durante las primeras etapas de diseño, la verificación se centra en la prueba de concepto para los niveles de sistema, subsistema y sus respectivos componentes.

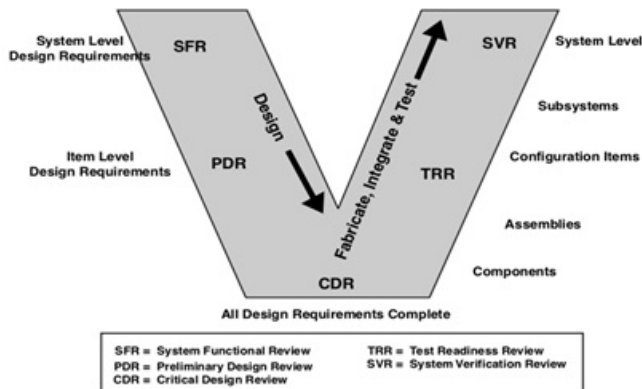


Fig. 4 Ingeniería de Sistemas y Verificación para ser aplicada en el diseño e implementación del Sistema Electromecánico para el Control de Comandos de Vuelo de una Turbina PT6 [33].

Como se muestra en la Figura 4, el diseño es un proceso de arriba hacia abajo, mientras que la actividad de verificación es un proceso de abajo hacia arriba. Los componentes serán fabricados y probados antes de los subsistemas. Los subsistemas serán fabricados y probados antes del sistema completo.

Para la verificación de desempeño del sistema propuesto, los requisitos de rendimiento deben ser objetivamente verificables, es decir, el requisito debe ser medible. En este caso, las medidas de rendimiento técnico y otras métricas de gestión se utilizan para proporcionar información sobre el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos.

Los parámetros operacionales, y de indicaciones del motor se fundamentarán en los límites de funcionamiento especificados por el manual de operación de la casa fabricante.

Diseño metodológico objetivo específico 1

Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas

Análisis previos del desempeño de biocombustibles, mostraron una pérdida mínima de eficiencia mecánica e impactos positivos sobre el medio ambiente, sin embargo, se requiere analizar la naturaleza fisicoquímica de las mezclas a utilizar en términos de propiedades asociadas al control de calidad de biocombustibles colombianos, como lo son el punto de Inflamabilidad y congelamiento (Normas ASTM D56, ASTM D2386). Adicionalmente se pretende utilizar aditivos que optimicen las propiedades fisicoquímicas, facilitando aspectos logísticos y de funcionamiento de las turbinas aeronáuticas. Para este propósito se plantean las siguientes actividades:

Actividad 1

Realizar una revisión del estado del arte de los diferentes aditivos que mejoren la estabilidad de la mezcla y generen menor impacto sobre los sistemas de almacenamiento y distribución.

Actividad 2

Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para las mezclas de biocombustibles y aditivos, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la normatividad internacional, para seleccionar la muestra o posibles muestras a ser utilizadas en las pruebas de desempeño en las turbinas.

Actividad 3

Puesta a punto del banco de ensayo AMT37, incluyendo su automatización y puesta a punto. Es necesario incluir en el

análisis mediciones adicionales de presiones y temperaturas en diferentes puntos de la planta motriz, así como control de vibraciones e integridad estructural de los componentes dinámicos de la turbina, tomando como referencia los manuales de operación y mantenimiento de los fabricantes.

Proponer una arquitectura técnica para el comando de potencia utilizando para ello estrategias de control de movimiento, comunicaciones digitales, microprocesadores y del respectivo software de calibración para el servomecanismo de control de aceleración de la turbina de ensayo.

Diseñar el sistema de control de aceleración, por medio de servomecanismos gobernados electrónicamente que será emplazado en el Banco de Pruebas, manteniendo las líneas de base técnicas impuestas por la FAC y la casa fabricante de la turbina aeronáutica.

Simular el sistema de control de aceleración por medio de un servomecanismo, siguiendo las normas de operación en tierra y en vuelo dadas por la casa fabricante y la FAC.

Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la gama de turbinas PT6 relacionadas anteriormente, con el fin de verificar que se cumplan los requisitos aeronáuticos impuestos por la FAC y el fabricante.

Actividad 4

Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles y aditivos definidas como aptas en la actividad 2 sobre el desempeño mecánico y energético de las turbinas.

Diseño metodológico objetivo específico 2

Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible

El biodiesel utilizado en pruebas pilotos previas, mostró una disminución de emisiones nocivas, disminuyendo impactos en el calentamiento global sin comprometer la operación normal de la turbina, sin embargo se debe corroborar la integridad mecánica y los parámetros y límites de indicación reales en vuelo.

Actividad 1

A partir de los resultados de generación de emisiones, obtenido en la actividad 4 del objetivo específico 1, se pretende cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el % de emisiones emitidas en operación real. Esto se realizará con un analizador de gases que estará monitoreando continuamente los productos de combustión de las mezclas de biodiesel para cada punto experimental del diseño de experimentos de la actividad 4, analizando su variabilidad.

Diseño metodológico objetivo específico 3

Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles.

Actividad 1

Identificar las capacidades en infraestructura existentes para el almacenamiento, manipulación y transporte de biocombustibles y aditivos.

Actividad 2

Definir la infraestructura necesaria para el almacenamiento, manipulación y transporte de las mezclas de biocombustibles estudiadas (Tanques, sistemas de agitación, sistemas de almacenamiento)

Actividad 3

Diseñar estrategias de mejoramiento para cerrar las brechas identificadas en las actividades 1 y 2.

Actividad 4

Definir lineamientos logísticos que garanticen la operación de suministro para la mezcla de biocombustible en el desarrollo de la operación aérea.

RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Obtener la proporción adecuada de Biocombustible y aditivos que cumplan con las especificaciones técnicas determinadas por las Normas internacionales para combustibles tipo JET.

El ciclo de vida del biocombustible modificado, que incluya una comparación de aspectos e impactos ambientales en relación con los combustibles convencionales tipo JET. Adicionalmente, impulsar aspectos investigativos de producción de biocombustibles utilizando catalizadores nanoestructurados, mediante el diseño de un reactor a escala de laboratorio para producción de biocombustibles a partir de biomasa, esto impulsará estrategias y emprendimientos para la generación de biocombustibles y biorefinerías, acorde al CONPES 3510.

Condiciones mínimas de infraestructura para el desarrollo de las operaciones en términos de almacenamiento y suministro, así como el conjunto de estrategias para desarrollar capacidades en la FAC.

Modelo operacional de suministro de biocombustible basado en economía circular.

La caracterización del desempeño mecánico del motor operando bajo distintos regímenes de carga y distintas mezclas de biocombustibles, con el fin de determinar la dinámica del sistema.

Banco de ensayos instrumentado y automatizado que permita la caracterización de turbinas aeronáuticas operando con diferentes biocombustibles.

El potencial impacto de estos resultados en el sector de transporte aéreo, generará un interés social, académico y económico y fortalecerá líneas de investigación como biorrefinerías y biocombustibles, y otras áreas de interés como el desarrollo de nuevos productos y procesos, análisis de ciclo de vida, emisiones, huella de carbono, optimización y simulación de procesos.

POSIBLES EVALUADORES

- Jeffrey León, Escuela de Ingeniería Química de la EAN. Jefflon@hotmail.com

Celular: 3142140306

- Francisco Javier González, Facultad Ingeniería Aeronáutica, Universidad los Libertadores, fjgonzalezc@libertadores.edu.co Celular: 3057469319

IMPACTO AMBIENTAL

En el contexto colombiano, la Ley 99 de 1993, en su artículo tercero define el desarrollo sostenible integrando las variables económicas, sociales y ambientales que constituyen de manera general el entorno de la existencia humana hoy en día. La Ley 99 especifica que se entiende por “desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”.

Dentro de los Compromisos de Colombia del COP 21 En consecuencia, la contribución de Colombia ha sido orientada hacia los siguientes objetivos:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del país 20% con relación a las emisiones proyectadas a 2030.
- Fomentar el intercambio de conocimiento, tecnología y financiamiento para acelerar las contribuciones planteadas en materia de adaptación y mitigación de gases de efecto invernadero. En la escala nacional, la estrategia de "Crecimiento Verde" (estrategia envolvente del "Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país") busca que todos los sectores productivos adopten prácticas de generación de valor agregado que conduzcan a que el crecimiento sea sostenible económica, social y ambientalmente.
- Lo anterior implica aumentar la productividad, competitividad, sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos de los diferentes sectores de la economía, a la vez que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, y se garantiza el bienestar de toda la población.

Ahora bien, a en cuanto resultados proyectados se tienen:

- A corto plazo certificación de mezclas de Biocombustibles con Combustible Fósil Aeronáutico, y estandarización de procesos de soporte logístico, encaminados a la implementación de procesos verdes con mínimo impacto ambiental, siendo un punto de partida para minimizar las emisiones de gases que incrementan el calentamiento global, como el CO₂, NO_x, y compuestos de Azufre, además permitirá establecer programas de control y seguimiento de la huella de Carbono generada por el sector aeronáutico Colombiano.
- A mediano plazo dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por el gobierno colombiano a nivel internacional para el control y reducción de los GEI.
- A largo plazo proyectar la consolidación del sector productivo Bioenergético aeronáutico colombiano, para iniciar la sustitución de los combustibles fósiles perjudiciales para el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Pedraza, A., et al. (2009). Visión general del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero. Bogotá, Colombia: IDEAM Retrived from:
<http://www.ideam.gov.co/documents/40860/214237/capitulo1.pdf/dc4d6c8e-5bce-42b5-8ea2-e413ae824735>

[2] Narváez, P. C., Rincón, S. M., Castañeda, L. Z., & Sánchez, F. J. (2008). Determination of Some Physical and

Transport Properties of Palm Oil and of Its Methyl Esters. *Latin American Applied Research*, 38, 1–6.

[3] EIA, U. S. E. I. A. (2012). eia Beta. Retrieved from <http://www.eia.gov/beta/international/data/browse>

[4] BP, B. P. (2016). BP Statistical Review of World Energy 2016. Retrieved from

•

[5] UPME, U. de P. M. E. (2014). Balance Energético Nacional. Federación Nacional de Biocombustibles. (2016). Estadística Producción Biodiésel, Estadística Producción Alcohol Carburante (Etanol). Retrieved from <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/>

1. Energia, Minero. Retrieved from

http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

[7] EIA, U. S. E. I. A. (2016). International Energy Outlook 2016. Chapter 2. Petroleum and other liquid fuels.

[8] Zhang, C., Hui, X., Lin, Y., & Sung, C. J. (2016). Recent development in studies of alternative jet fuel combustion: Progress, challenges, and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.056>.

[9] Wang, W. C., & Tao, L. (2016). Bio-jet fuel conversion technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.016>.

[10] Wilches Flórez, Á. M. (2011). Biocombustibles: ¿son realmente amigables con el medio ambiente? *Revista Colombiana de Bioética*, 6(1), 89–102. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55140109>

[11] León Sicard, T., & Gallini, S. (2008). Los Biocombustibles en Colombia a Debate. In *Memorias de Foro Biocombustibles en Colombia a debate* (p. 229). Universidad Nacional de Colombia, Colciencias, Congreso de la República de Colombia.

[12] Pérez-Cisneros, E. S., Sales-Cruz, M., Ochoa-Tapia, A., Lobo-Oehmichen, R., & Viveros-García, T. (2016). A Systematic Approach for the Hydrotreating of Biodiesel and Petroleum-Diesel Blends. In *Computer Aided Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63428-3.50297-6>

[13] Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Estructuración de programas de Mantenimiento. Manual de Mantenimiento Aeronáutico (MAMAE). FAC 4.1.10 Capítulo 3. Imprenta Fuerza Militares de Colombia.

[14] Turboprop Engine Test Stand. Technical Manual TO 33D4-6-212-41 Chapter 1. (2015). Published Under

Authority of the Secretary of the Air Force.

[15] Organización de la Aviación Civil Internacional. (1993). Manual de la Atmósfera tipo de la OACI. Tercera Edición.

[16] Naciones Unidas(2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático. Conferencia de las Partes 21er período de sesiones. FCCC/CP/2015/L.9

[17] Huanting, Y. et al. Experimental investigation on endurance test of turbofan engine. Modern applied science. 2012.

[18] Lacaille, J. et al. An adaptive anomaly detector used in turbofan test cells. Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society. 2010.

[19] Vidoz, N. (2011c). Por primera vez, la aerolínea Lufthansa utilizará biocombustible en una ruta regular. Retrieved from <http://www.energiverde.com/biocombustible/por-primera-vez-laaerolinea-lufthansa-utilizara-biocombustible-en-una-ruta-regular>

[20] Uribe, J. (2011, November 21). Las algas ya son combustible para aviones. EL TIEMPO. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-10803344>

[21] Vidoz, N. (2011b). La aerolínea KLM realizará pruebas para usar aceite de cocina como combustible. Retrieved from <http://www.energiverde.com/biocombustible/la-aerolinea-klmrealizara-pruebas-para-usar-aceite-de-cocina-como-combustible>

[22] Vidoz, N. (2011a). Air France concluye exitosamente su primer vuelo utilizando biocombustible. Retrieved from: <http://www.energiverde.com/biocombustible/air-franceconcluye-exitosamente-su-primer-vuelo-utilizando-biocombustible>

[23] Admin. (2012). PRIMER VUELO COMERCIAL EN AMERICA DEL SUR CON BIOCOMBUSTIBLES. Retrieved from: <http://biodiesel.com.ar/6657/primer-vuelo-comercialamerica-el-sur-con-biocombustibles>

[24] LATAM Airlines Group. (2013). LAN Airlines completes biojet flight in Colombia. Biomass Magazine. Retrieved from: <http://biomassmagazine.com/articles/9371/lan-airlines-completesbiojet-flight-in-colombia>

[25] Admin. (2011). Biojet, en 2015 los aviones podrán volar con biocombustibles en USA. Retrieved from: <http://biodiesel.com.ar/5238/biojet-en-2015-los-aviones-podran-volar-conbiocombustibles-en-usa>

[26] L. Q. Maurice, H. Lander, T. Edwards, and W. E. (2001) Harrison III. Advanced aviation fuels: a look ahead via a historical perspective. Fuel, v.80,pp. 747–756.

[27] Space Daily. (2014). Boeing Finds Significant Potential in “Green Diesel” as a Sustainable Jet Fuel. United Press International.

[28] Admin. (2016). Biojet, biocombustible para aviones. Retrieved from <http://biodiesel.com.ar/10440/biojet-biocombustible-para-aviones>

[29] Minagricultura (2016) Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027).

[30] Fuerza Aérea Colombiana. (2011). Plan Estratégico Institucional 2011-2030. Impresiones ESNA Bogotá. Retrieved from <http://www.ren21.net/gsr-2018/>

[31] Environmental Protection Agency. (2010). Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis. Program. <http://doi.org/EPA-420-R-10-006>., February 2010.

[32] U.S. Congress. Energy Independence and Security Act of 2007. 42 USC 17001 note. Retrieved from: <https://www.congress.gov/110/plaws/publ140/PLAW-110publ140.pdf>.

[33] SYSTEMS ENGINEERING FUNDAMENTALS. (2001). THE DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY PRESS. Retrieved from: https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-885j-aircraft-systems-engineering-fall-2005/readings/sefguide_01_01.pdf.

Impactos

Tipo Impacto	Descripción	Año Esperado
IMPACTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD	Ser competitivos en el mercado regional de producción de Biocombustibles para el sector aeronáutico, y generar productividad a nivel del sector primario productivo en fuentes de combustibles alternativos, posicionar a la industria de la aviación colombiana, como líder en usos de energías limpias y renovables en operaciones aéreas	2025
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD	- A corto plazo certificación de mezclas de Biocombustibles con Combustible Fósil Aeronáutico, y estandarización de procesos de soporte logístico, encaminados a la implementación de procesos verdes con mínimo impacto ambiental, siendo un punto de partida para minimizar las emisiones de gases que incrementan el calentamiento global, como el CO ₂ , NO _x , y compuestos de Azufre, además permitirá establecer programas de control y seguimiento de la huella de Carbono generada por el sector aeronáutico Colombiano. - A mediano plazo dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por el gobierno colombiano a nivel internacional para el control y reducción de los GEI. - A largo plazo proyectar la consolidación del sector productivo Bioenergético aeronáutico colombiano, para iniciar la sustitución de los combustibles fósiles perjudiciales para el medio ambiente.	2025

IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD	Cumplimiento de los compromisos adquiridos a nivel internacional para la reducción de los gases de efecto invernadero, y elaboración de procedimientos para la disminución del porcentaje de emisiones producidas por Colombia, contribuyendo a minimizar los efectos nocivos de contaminación, en áreas de bosques que están expuestos a los residuos de los combustibles fósiles, impactando positivamente en el bienestar a nivel de salud y económico de las comunidades aledañas, y por ende en la sociedad colombiana	2026
IMPACTOS DE CIENCIA, TECNOLOGIA O INNOVACIÓN	Desarrollo de nuevos procedimientos y técnicas para el uso de mezclas de Biocombustibles en Turbinas Aeronáuticas, facilitando su implementación, e integración a las cadenas de soporte logístico de distribución y producción, desarrollo de nuevos aditivos para mejorar el rendimiento de diferentes tipos de mezclas, innovación en el uso de nuevas fuentes para la obtención de biocarburos	2023

Coberturas

- NACIONAL - 100 %

Productos

Generación de nuevo conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Artículo de investigación	Artículos categoría B	Sometimiento artículo de la proyección de la cadena logística, y Seguridad Operacional, relacionado con el uso de Biocombustibles en el Sector Aeronáutico	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Artículo de investigación	Artículos categoría A2	Sometimiento artículo aspectos relacionados a las mezclas, propiedades y desarrollo de combustibles renovables	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Artículo de investigación	Artículos categoría A1	Sometimiento artículo con sistema de control completo incluye modelado, simulación y resultados experimentales.	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Desarrollo Tecnológico e innovación

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Consultorías e informes técnicos finales	Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Concepto Técnico para determinación de criterios hacia futura certificación de Mezclas de Biocombustibles	1	Entidades de la alianza, Sector Aeronáutico Comercial
Producto tecnológico certificado o validado	Plantas piloto	Banco de pruebas en laboratorio para procesos de desoxigenación de biomasa para producción de combustibles renovables	1	Entidades de la alianza, Sector Aeronáutico Comercial

Apropiación Social del Conocimiento

Subtipo Producto	Resultado	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Circulación de conocimiento especializado	Participaciones u organizaciones de eventos científicos, tecnológicos y de innovación (congresos, seminarios, foros, conversatorios, talleres, entre otros)	Participación en eventos de tipo científico tecnológico	1	Comunidad Académica de la alianza, y el Sector Aeronáutico Comercial
Circulación de conocimiento especializado	Participaciones u organizaciones de eventos científicos, tecnológicos y de innovación (congresos, seminarios, foros, conversatorios, talleres, entre otros)	Organización de evento científico para difusión y socialización de resultados obtenidos del proceso de investigación	1	Comunidad Académica de la alianza y sector educativo, y el Sector Aeronáutico Comercial,

Formación Recurso Humano

Subtipo Producto	Formación	Descripción	Numero Personas	Beneficiario
Estudiante de pregrado	Formación de estudiantes de pregrado	Formación de estudiantes de Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico	2	Comunidad Académica de la alianza
Estudiante de maestría	Vinculación de estudiantes de maestría	Vinculación de estudiantes de maestría de la ECCI en el marco del proyecto	2	Comunidad Académica de la alianza
Estudiante de maestría	Vinculación de estudiantes de maestría	Vinculación de estudiantes de maestría en Logística Aeronáutica en el marco del proyecto	1	Comunidad Académica de la alianza

Personal

Tipo Personal

Tipo Personal	Cantidad
INVESTIGADOR PRINCIPAL	1
COINVESTIGADOR	11
JOVEN INVESTIGADOR	2

Personal

Entidad:	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA			
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR			
Nombres:	Juan David			
Primer Apellido:	Pava	Segundo Apellido:		
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1971-12-23	

País:	Colombia	Email:	juan.pava@epfac.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	80429336
Función en el Proyecto:	verificar la puesta a punto del sistema en sus pruebas iniciales, corrección de casa fallas, seguimiento y control al sistema durante todo el tiempo de operación proyectada en el proceso investigativo, así como la recopilación de información del sistema ante los diferentes cambios que sus componentes físicos sufran ante los diferentes cambios ambientales		
Duración Horas Semanales:	8	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Javier		
Primer Apellido:	Bonilla	Segundo Apellido:	
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1987-01-16
País:	Colombia	Email:	jbonillap@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1057573535
Función en el Proyecto:	Dirección de trabajos de maestría y/o proyectos de grado. Escritura de artículos, análisis de resultados.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Gabriel Fernando		
Primer Apellido:	Talero	Segundo Apellido:	Rojas
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1988-11-29
País:	Colombia	Email:	gftaleror@unal.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1030551759
Función en el Proyecto:	coordinar todas las fases de la metodología del proyecto, gestionar y administrar los recursos del proyecto, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto, socializar los resultados con el personal de la Alianza, conferenciante		
Duración Horas Semanales:	6	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Manuel Alejandro		
Primer Apellido:	Mayorga	Segundo Apellido:	Betancourt
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1976-09-10
País:	Colombia	Email:	mmayorgab@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	79729627
Función en el Proyecto:	Estudiante de doctorado especialista en hidrotratamiento de aceites. apoyar en las labores técnicas para la preparación de mezclas, así como también, será el encargado de montar el reactor y realizar los ensayos concernientes al proceso análisis químico		

Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24
----------------------------------	---	-------------------------	----

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Juan Sebastián		
Primer Apellido:	Solís	Segundo Apellido:	Chaves
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1980-03-24
País:	Colombia	Email:	jsolisc@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	75094285
Función en el Proyecto:	Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de operación para la Turbina de Ensayo.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Erika Juliana		
Primer Apellido:	Estrada	Segundo Apellido:	Villa
Género:	Femenino	Fecha de Nacimiento:	1982-04-13
País:	Colombia	Email:	eejeevv@ub.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	30230574
Función en el Proyecto:	participar en el diseño y validación de los instrumentos para la recolección de la información, gestión y documentación de las diferentes fases del proyecto, facilitadora de las estrategias de apropiación social del conocimiento derivadas del proyecto, participación de las ACTI y redacción de informes.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	INVESTIGADOR PRINCIPAL		
Nombres:	VLADIMIR		
Primer Apellido:	SILVA	Segundo Apellido:	LEAL
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1982-03-17
País:	Colombia	Email:	vsilval@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	79925907
Función en el Proyecto:	Su función es gestionar y administrar los recursos económicos asignados, apoyo a la actividad científica, responsable de la adecuada ejecución del proyecto. Dirigirá y avalará todos los procedimientos de trabajo y desarrollo en laboratorio, así como los resultados obtenidos en la Investigación.		
Duración Horas Semanales:	12	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Víctor Manuel		
Primer Apellido:	Fontalvo	Segundo Apellido:	Morales
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1985-10-23
País:	Colombia	Email:	vfontalvom@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	72298140
Función en el Proyecto:	diseñará el planteamiento experimental para evaluar el desempeño de las turbinas y las mezclas de combustible		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Alberth Renne		
Primer Apellido:	Gonzalez	Segundo Apellido:	Caranton
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1981-09-18
País:	Colombia	Email:	albert@peq.coppe.ufrj.br
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	13707437
Función en el Proyecto:	, funciones relacionadas al análisis de las mezclas de biocombustibles y aditivos, así como el análisis termodinámico del banco de pruebas y el impacto ambiental del sistema y generación de emisiones.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Lady Johanna		
Primer Apellido:	Carvajal	Segundo Apellido:	Parra
Género:	Femenino	Fecha de Nacimiento:	1985-09-08
País:	Colombia	Email:	lady.carvajalp@epfac.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	53178001
Función en el Proyecto:	de todas las actividades relacionadas con la ejecución y operación del sistema implementado, fases de la metodología del proyecto, gestión y administración de los recursos necesarios para la puesta en marcha del modelo, realización de informes de avance del proyecto.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	JOVEN INVESTIGADOR		
Nombres:	Jose Miguel		

Primer Apellido:	Galindo	Segundo Apellido:	Castillo
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1995-05-31
País:	Colombia	Email:	josem.galindoc@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1014266165
Función en el Proyecto:	Realizar las mezclas y la evaluación del comportamiento las diferentes proporciones de mezclas de biocombustibles en motores de aviación estacionarios y su efecto en el rendimiento energético e impacto mecánico de los sistemas mecánicos.		
Duración Horas Semanales:	40	Número de Meses:	12

Entidad:	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	MAURICIO		
Primer Apellido:	LOPEZ	Segundo Apellido:	GOMEZ
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1981-09-24
País:	Colombia	Email:	mauriciounal@gmail.com
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	74770971
Función en el Proyecto:	coordinar los requerimientos técnicos para las pruebas en componentes aeronáuticos de las muestras obtenidas, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto.		
Duración Horas Semanales:	6	Número de Meses:	24

Entidad:	UNIVERSIDAD ECCI		
Vinculación Proyecto:	JOVEN INVESTIGADOR		
Nombres:	Diego Alejandro		
Primer Apellido:	Castellanos	Segundo Apellido:	Proaños
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1996-11-19
País:	Colombia	Email:	Diegoa.castellanosp@ecci.edu.co
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1030672254
Función en el Proyecto:	Dar apoyo a la puesta a punto del banco de pruebas en cuanto a labores de puesta a punto, instrumentación y automatización a fin de poder adquirir las variables asociadas requeridas para poder realizar el termodinámico y estadístico. Realizar un análisis estadístico para evaluar el desempeño de la turbina y definir factores experimentales significativos.		
Duración Horas Semanales:	40	Número de Meses:	12

Entidad:	ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA		
Vinculación Proyecto:	COINVESTIGADOR		
Nombres:	Wilson Augusto		
Primer Apellido:	Jaramillo	Segundo Apellido:	García
Género:	Masculino	Fecha de Nacimiento:	1977-09-12
País:	Colombia	Email:	wilson.jaramillo@fac.mil.co

Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	79962742
Función en el Proyecto:	Gestionar, planear, organizar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades del proyecto. Ejercer el seguimiento y control de aspectos como la dedicación y cumplimiento del tiempo asignado a cada investigador, el oportuno trámite administrativo para la adquisición de equipos, materiales e insumos y la absoluta reserva y confidencialidad del proyecto.		
Duración Horas Semanales:	2	Número de Meses:	24

Cronograma

Número	Actividad	Inicio	Final	Tiempo
1	Realizar una revisión del estado del arte de los diferentes aditivos que mejoren la estabilidad de la mezcla y generen menor impacto sobre los sistemas de almacenamiento y distribución.	1	6	Meses
2	Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para las mezclas de biocombustibles y aditivos, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la normatividad internacional, para seleccionar la muestra o posibles muestras a ser utilizadas en las pruebas de desempeño en las turbinas	4	15	Meses
3	Puesta a punto del banco de ensayo AMT37, incluyendo su automatización y puesta a punto. Es necesario incluir en el análisis mediciones adicionales de presiones y temperaturas en diferentes puntos de la planta motriz, así como control de vibraciones e integridad estructural de los componentes dinámicos de la turbina, tomando como referencia los manuales de operación y mantenimiento de los fabrican	1	13	Meses
4	Proponer una arquitectura técnica para el comando de potencia utilizando para ello estrategias de control de movimiento, comunicaciones digitales, microprocesadores y del respectivo software de calibración para el servomecanismo de control de aceleración de la turbina de ensayo.	1	12	Meses
5	Diseñar el sistema de control de aceleración, por medio de servomecanismos gobernados electrónicamente que será emplazado en el Banco de Pruebas, manteniendo las líneas de base técnicas impuestas por la FAC y la casa fabricante de la turbina aeronáutica.	6	10	Meses
6	Simular el sistema de control de aceleración por medio de un servomecanismo, siguiendo las normas de operación en tierra y en vuelo dadas por la casa fabricante y la FAC.	10	15	Meses
7	Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la gama de turbinas PT6 relacionadas anteriormente, con el fin de verificar que se cumplan los requisitos aeronáuticos impuestos por la FAC y el fabricante.	1	24	Meses
8	Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles y aditivos definidas como aptas en la actividad 2 sobre el desempeño mecánico y energético de las turbinas.	11	21	Meses
9	cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el % de emisiones emitidas en operación real. Esto se realizará con un analizador de gases que estará monitoreando continuamente los productos de combustión de las mezclas de biodiesel para cada punto experimental del diseño de experimentos de la actividad 4, analizando su variabilidad.	14	21	Meses
10	Identificar las capacidades en infraestructura existentes para el almacenamiento, manipulación y transporte de biocombustibles y aditivos.	1	24	Meses
11	Definir la infraestructura necesaria para el almacenamiento, manipulación y transporte de las mezclas de biocombustibles estudiadas (Tanques, sistemas de agitación, sistemas de almacenamiento)	1	12	Meses
12	Diseñar estrategias de mejoramiento para cerrar las brechas identificadas en las actividades 1 y 2.	19	24	Meses
13	Definir lineamientos logísticos que garanticen la operación de suministro para la mezcla de biocombustible en el desarrollo de la operación aérea	13	24	Meses
14	Sometimiento artículo de la proyección de la cadena logística, y Seguridad Operacional, relacionado con el uso de Biocombustibles en el Sector Aeronáutico	1	22	Meses
15	Artículo A2 Sometimimiento artículo aspectos relacionados a las mezclas, propiedades y desarrollo de combustibles renovables	1	21	Meses
16	Artículo A1 Sometimimiento artículo con sistema de control completo incluye modelado, simulación y resultados experimentales.	1	23	Meses

Rubros

Rubro	Financiado	Contrapartida en Efectivo	Contrapartida en Especie	Valor Total
BIBLIOGRAFIA	\$0	\$0	\$2.800.000	\$2.800.000
EQUIPOS	\$50.000.000	\$0	\$680.000.000	\$730.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	\$14.000.000	\$0	\$0	\$14.000.000
GASTOS DE OPERACIÓN	\$16.200.000	\$0	\$0	\$16.200.000
MATERIALES E INSUMOS	\$54.000.000	\$0	\$18.000.000	\$72.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	\$0	\$0	\$224.997.552	\$224.997.552
PUBLICACIONES Y PATENTES	\$12.000.000	\$0	\$0	\$12.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$7.000.000	\$0	\$0	\$7.000.000
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	\$8.616.000	\$0	\$0	\$8.616.000
SERVICIOS TECNICOS	\$119.000.000	\$0	\$12.500.000	\$131.500.000
VIAJES	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000
SUBTOTAL	\$295.816.000	\$0	\$938.297.552	\$1.234.113.552
VINCULACIÓN JÓVENES INVESTIGADORES	\$35.774.610	\$23.849.742	\$0	\$59.624.352
TOTAL	\$331.590.610	\$23.849.742	\$938.297.552	\$1.293.737.904

Rubros Entidad

Entidad: ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
BIBLIOGRAFIA	Para la búsqueda de libros y Artículos en bases de datos	Material de consulta y de guía para la fundamentacion técnica del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$2.800.000	100	\$2.800.000
EQUIPOS	Banco de pruebas de turbinas AMT-37, cabina de control de pruebas, Turbina PT6-60, equipos para mantenimiento e inspección de la sección caliente y fría de motores ciclo Brayton	Realizar las pruebas operacionales de las mezclas de Biocombustible.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$640.000.000	100	\$640.000.000
MATERIALES E INSUMOS	Materiales y elementos consumibles, como cables, pines y contactos eléctricos, soldadura, cinta de enmascarar, empaques, tornillos, pernos, lamina metálica, entre otros	Puesta a punto para las pruebas de energizacion y verificación de señales entre el motor y cabina de control	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$18.000.000	100	\$18.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	MAURICIO LOPEZ GOMEZ	coordinar los requerimientos técnicos para las pruebas en componentes aeronáuticos de las muestras obtenidas, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$21.530.496	100	\$21.530.496

PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Juan David Pava	verificar la puesta a punto del sistema en sus pruebas iniciales, corrección de casa fallas, seguimiento y control al sistema durante todo el tiempo de operación proyectada en el proceso investigativo, así como la recopilación de información del sistema ante los diferentes cambios que sus componentes físicos sufran ante los diferentes cambios ambientales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$21.530.496	100	\$21.530.496
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Erika Juliana Estrada Villa	participar en el diseño y validación de los instrumentos para la recolección de la información, gestión y documentación de las diferentes fases del proyecto, facilitadora de las estrategias de apropiación social del conocimiento derivadas del proyecto, participación de las ACTI y redacción de informes.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Wilson Augusto Jaramillo García	Gestionar, planear, organizar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades del proyecto. Ejercer el seguimiento y control de aspectos como la dedicación y cumplimiento del tiempo asignado a cada investigador, el oportuno trámite administrativo para la adquisición de equipos, materiales e insumos y la absoluta reserva y confidencialidad del proyecto.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$8.612.240	100	\$8.612.240
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Lady Johanna Carvajal Parra	de todas las actividades relacionadas con la ejecución y operación del sistema implementado, fases de la metodología del proyecto, gestión y administración de los recursos necesarios para la puesta en marcha del modelo, realización de informes de avance del proyecto.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
SERVICIOS TECNICOS	Servicios de simulación de cadena logística de soporte en cuanto al acopio y distribución de combustibles, y de inspección por condición de operación a la turbina, y al banco de pruebas AMT-37	realización de inspecciones programadas a la turbina para determinar condición de operación, y proyección logística para el uso de mezclas de biocombustibles a corto plazo en aeronaves del sector aeronáutico colombiano	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$12.500.000	100	\$12.500.000
TOTAL				\$0		\$0		\$755.116.592		\$755.116.592

Entidad: UNIVERSIDAD ECCI

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	Cromatografo, espectrofotómetros, balanzas analíticas	Realización de ensayos de laboratorio Cuantitativo y Cualitativo	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$40.000.000	100	\$40.000.000
EQUIPOS	equipos, accesorios, e instrumentos de control, concernientes a la construcción y ensamblaje de los sistemas de medición, pruebas de calidad de las mezclas de Biocombustibles, y para modernización y adquisición de datos del banco de pruebas.	Generación de informes técnicos, evaluación del rendimiento de componentes electromecánicos, montaje e instalación de sistemas y pruebas iniciales de funcionamiento de subsistemas por separado, medición de variables, y parámetros de operación. realizar mezclas de Biocombustibles, y determinar los parámetros Físico-Químicos óptimos y necesarios para maximizar el rendimiento energético de la Planta Motriz	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$50.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$50.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	Organización en 01 y participación 01 eventos científicos, con ponencia p	para difusión y socialización de los resultados obtenidos del proceso de investigación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$14.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$14.000.000
GASTOS DE OPERACIÓN	GASTOS DE OPERACIÓN (Hasta el 7% del valor obtenido de la sumatoria de todos los rubros, menos seguimiento y evaluación)	Requisito de la convocatoria	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$16.200.000	100	\$0	0	\$0	0	\$16.200.000
MATERIALES E INSUMOS	Suministros y consumibles como reactivos de laboratorio, Biocombustibles, Jet A1,	Determinación de las características físicas y tecnológicas elementos de requeridas para el correcto funcionamiento del banco de pruebas, Combustible fósil para hacer las mezclas a ensayar, Caracterización del rendimiento de acuerdo a los parámetros normales de operación de la turbina.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$54.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$54.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Gabriel Fernando Talero Rojas	coordinar todas las fases de la metodología del proyecto, gestionar y administrar los recursos del proyecto, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto, socializar los resultados con el personal de la Alianza, conferenciante	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$37.679.200	100	\$37.679.200
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	Manuel Alejandro Mayorga Betancourt	Estudiante de doctorado especialista en hidrotratamiento de aceites. apoyar en las labores técnicas para la preparación de mezclas, así como también, será el encargado de montar el reactor y realizar los ensayos concernientes al proceso análisis químico	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680

PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOYO	Victor Manuel Fontalvo Morales	diseñará el planteamiento experimental para evaluar el desempeño de las turbinas y las mezclas de combustible	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOYO	VLADIMIR SILVA LEAL	Su función es gestionar y administrar los recursos económicos asignados, apoyo a la actividad científica, responsable de la adecuada ejecución del proyecto. Dirigirá y avalará todos los procedimientos de trabajo y desarrollo en laboratorio, así como los resultados obtenidos en la Investigación.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$30.143.360	100	\$30.143.360
PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOYO	Juan Sebastián Solís Chaves	Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de operación para la Turbina de Ensayo.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOYO	Alberth Renne Gonzalez Caranton	, funciones relacionadas al análisis de las mezclas de biocombustibles y aditivos, así como el análisis termodinámico del banco de pruebas y el impacto ambiental del sistema y generación de emisiones.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOYO	Javier Bonilla	Dirección de trabajos de maestría y/o proyectos de grado. Escritura de artículos, análisis de resultados.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$15.071.680	100	\$15.071.680
PUBLICACIONES Y PATENTES	Publicación de los artículos resultados de investigación en revistas especializados	Socializacion y difusión del conocimiento, sobre los avances del proyecto de investigación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$12.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$12.000.000
SALIDAS DE CAMPO	Transporte local, almuerzos personal de investigadores	Necesario para movilidad del personal de investigadores entre las ciudad de Bogota y el municipio de Madrid (Cund), para la recopilación de la información de estudio	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$7.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$7.000.000
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN (3% de la sumatoria de los rubros con cargo a COLCIENCIAS, incluido el rubro de administración)	Requerido por la Convocatoria	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$8.616.000	100	\$0	0	\$0	0	\$8.616.000
SERVICIOS TECNICOS	inspección en las pruebas de operación de los bancos AM-37T-20, y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	desmontaje del motor J69-25A, y de sus componentes y accesorios de acuerdo con las necesidades que se presenten durante las pruebas. Electuar el soporte técnico en coordinación con el personal de investigadores, para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales del motor en los sistemas de Combustible, Lubricación, y Neumático del motor J69-25A. Realizar inspección Boroscopica la rueda de turbina. Después de cada prentida operacional del motor J69-25A, para evaluar la integridad física de los componentes.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$15.000.000
SERVICIOS TECNICOS	Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación de los bancos y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	Realizar el montaje y desmontaje del motor PT6-60. Electuar el soporte técnico para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas. Realizar inspección Boroscopica a la cámara de combustión y ruedas de turbinas de Ng, y Np, después de cada prentida operacional del motor PT6-60, para evaluar la integridad física de los componentes. Realizar seguimiento y control por patrón de rociado, y carbonización al conjunto de inyectores de combustible, durante las pruebas del motor PT6-60. Realizar inspección HSI al motor PT6-60, de todos los componentes de la sección Caliente para verificar la condición final de estos elementos, en cuanto a tolerancias, medidas, corrosión, fisuras y demás posibles daños presentados, al finalizar todas las pruebas operacionales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$26.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$26.000.000
SERVICIOS TECNICOS	Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación de los bancos AM-37T-20 para motores J-69-T-25, y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	Realizar el soporte técnico para las necesidades de fabricación de racores, acoples, bujes, terminales, pernos y tuercas requeridos para adaptación o modificación de los componente del sistema cabina de control- Motor de pruebas, en base a los especificaciones determinadas con el equipo investigativo y el inspector del motor	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$11.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$11.000.000
SERVICIOS TECNICOS	Caracterización de materiales, reactivos, aditivos, biomezclas,	Eleaboracion de la ruta Análisis de resultados obtenidos, correlación de parámetros para proyección y moldeamiento del comportamiento de las Biomezclas en la turbina de ensayo, y de cuatificación de remisiones de Gases Efecto Invernadero	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$38.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$38.000.000
SERVICIOS TECNICOS	Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación del banco AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	Revisión Conectores y cableado del arnés de transmisión de señales. Calibración transmisores, y transductores motores PT6-60, y Modular Box. Revisión Cableado de Cromel-Alumel. Revisión Sistema Líneas Hidráulicas. Realizar el montaje y desmontaje del panel de instrumentos, panel de luces de advertencia, de acuerdo con las necesidades requeridas en las pruebas operacionales a realizar en el banco de AM-37T-21, para su revisión por condición de serviciabilidad, para fidelidad en la transmisión de las indicaciones. Electuar el soporte técnico en coordinación con el personal de investigadores, para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales de los motores en los sistemas de Indicación de ITT, Presión de Combustible y Aceite, Temperatura de Aceite, Ng, Np, Torque, del motor PT6-60.Electuar el soporte técnico para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales de los motores en los sistemas de Generación y transmisión de Amperaje, e Indicación de Voltaje del motor PT6-60	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$29.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$29.000.000
VIAJES	11th EASN International Conference on Innovation in Aviation & Space	Presentación de resultados en el uso de mezclas de Biocombustibles, en el sector aeronáutico colombiano, ante la comunidad aeronáutica internacional	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$15.000.000
VINCULACIÓN JÓVENES INVESTIGADORES	Diego Alejandro Castellanos Proaños	Dar apoyo a la puesta a punto del banco de pruebas en cuanto a labores de puesta a punto, instrumentación y automatización a fin de poder adquirir las variables asociadas requeridas para poder realizar el termodinámico y estadístico. Realizar un análisis estadístico para evaluar el desempeño de la turbina y definir factores experimentales significativos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$17.887.305	59	\$11.924.871	40	\$0	0	\$29.812.176
VINCULACIÓN JÓVENES INVESTIGADORES	Jose Miguel Galindo Castillo	Realizar las mezclas y la evaluación del comportamiento las diferentes proporciones de mezclas de biocombustibles en motores de aviación estacionarios y su efecto en el rendimiento energético e impacto mecánico de los sistemas mecánicos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$17.887.305	59	\$11.924.871	40	\$0	0	\$29.812.176
TOTAL				\$331.590.610		\$23.849.742		\$183.180.960		\$538.621.312

Detalles Rubros

Cuadro: BIBLIOGRAFIA

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Para la búsqueda de libros y Artículos en bases de datos	Material de consulta y de guía para la fundamentacion técnica del proyecto		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$2.800.000	\$2.800.000
TOTAL				\$0	\$0	\$2.800.000	\$2.800.000

Cuadro: EQUIPOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
equipos, accesorios, e instrumentos de control, concernientes a la construcción y ensamble de los sistemas de medición, pruebas de calidad de las mezclas de Biocombustibles, y para modernización y adquisición de datos del banco de pruebas.	Generación de informes técnicos, evaluación del rendimiento de componentes electromecánicos, montaje e instalación de sistemas y pruebas iniciales de funcionamiento de subsistemas por separado, medición de variables, y parámetros de operación. realizar mezclas de Biocombustibles, y determinar los parámetros Físico- Químicos óptimos y necesarios para maximizar el rendimiento energético de la Planta Motriz		UNIVERSIDAD ECCI	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000
Cromatografo, espectrofotometros, balanzas analiticas	Realización de ensayos de laboratorio Cuantitativo y Cualitativo		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$40.000.000	\$40.000.000
Banco de pruebas de turbinas AMT-37, cabina de control de pruebas, Turbina PT6-60, equipos para mantenimiento e inspección de la sección caliente y fría de motores ciclo Brayton	Realizar las pruebas operacionales de las mezclas de Biocombustible.		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$640.000.000	\$640.000.000
TOTAL				\$50.000.000	\$0	\$680.000.000	\$730.000.000

Cuadro: EVENTOS ACADÉMICOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Organización en 01 y participación 01 eventos científicos, con ponencia p	para difusión y socialización de los resultados obtenidos del proceso de investigación		UNIVERSIDAD ECCI	\$14.000.000	\$0	\$0	\$14.000.000
TOTAL				\$14.000.000	\$0	\$0	\$14.000.000

Cuadro: GASTOS DE OPERACIÓN

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
GASTOS DE OPERACIÓN (Hasta el 7% del valor obtenido de la sumatoria de todos los rubros, menos seguimiento y evaluación)	Requisito de la convocatoria		UNIVERSIDAD ECCI	\$16.200.000	\$0	\$0	\$16.200.000
TOTAL				\$16.200.000	\$0	\$0	\$16.200.000

Cuadro: MATERIALES E INSUMOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Suministros y consumibles como reactivos de laboratorio, Biocombustibles, Jet A1,	Determinación de las características físicas y tecnológicas elementos de requeridas para el correcto funcionamiento del banco de pruebas, Combustible fósil para hacer las mezclas a ensayar, Caracterización del rendimiento de acuerdo a los parámetros normales de operación de la turbina.		UNIVERSIDAD ECCI	\$54.000.000	\$0	\$0	\$54.000.000
Materiales y elementos consumibles, como cables, pines y contactos eléctricos, soldadura, cinta de enmascarar, empaques, tornillos, pernos, lamina metálica, entre otros	Puesta a punto para las pruebas de energizacion y verificación de señales entre el motor y cabina de control		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$18.000.000	\$18.000.000
TOTAL				\$54.000.000	\$0	\$18.000.000	\$72.000.000

Cuadro: PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Javier Bonilla	Dirección de trabajos de maestría y/o proyectos de grado. Escritura de artículos, análisis de resultados.		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
Manuel Alejandro Mayorga Betancourt	Estudiante de doctorado especialista en hidrotratamiento de aceites. apoyar en las labores técnicas para la preparación de mezclas, así como también, será el encargado de montar el reactor y realizar los ensayos concernientes al proceso análisis químico		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
Alberth Renne Gonzalez Caranton	, funciones relacionadas al análisis de las mezclas de biocombustibles y aditivos, así como el análisis termodinámico del banco de pruebas y el impacto ambiental del sistema y generación de emisiones.		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680

Victor Manuel Fontalvo Morales	diseñará el planteamiento experimental para evaluar el desempeño de las turbinas y las mezclas de combustible		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
VLADIMIR SILVA LEAL	Su función es gestionar y administrar los recursos económicos asignados, apoyo a la actividad científica, responsable de la adecuada ejecución del proyecto. Dirigirá y avalará todos los procedimientos de trabajo y desarrollo en laboratorio, así como los resultados obtenidos en la Investigación.		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$30.143.360	\$30.143.360
Gabriel Fernando Talero Rojas	coordinar todas las fases de la metodología del proyecto, gestionar y administrar los recursos del proyecto, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto, socializar los resultados con el personal de la Alianza, conferenciante		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$37.679.200	\$37.679.200
Juan Sebastián Solís Chaves	Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de operación para la Turbina de Ensayo.		UNIVERSIDAD ECCI	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
MAURICIO LOPEZ GOMEZ	coordinar los requerimientos técnicos para las pruebas en componentes aeronáuticos de las muestras obtenidas, participar en el análisis y discusión de resultados, escritura de artículos e informes de avance del proyecto.		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$21.530.496	\$21.530.496
Juan David Pava	verificar la puesta a punto del sistema en sus pruebas iniciales, corrección de casa fallas, seguimiento y control al sistema durante todo el tiempo de operación proyectada en el proceso investigativo, así como la recopilación de información del sistema ante los diferentes cambios que sus componentes físicos sufran ante los diferentes cambios ambientales		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$21.530.496	\$21.530.496
Lady Johanna Carvajal Parra	de todas las actividades relacionadas con la ejecución y operación del sistema implementado, fases de la metodología del proyecto, gestión y administración de los recursos necesarios para la puesta en marcha del modelo, realización de informes de avance del proyecto.		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
Erika Juliana Estrada Villa	participar en el diseño y validación de los instrumentos para la recolección de la información, gestión y documentación de las diferentes fases del proyecto, facilitadora de las estrategias de apropiación social del conocimiento derivadas del proyecto, participación de las ACTI y redacción de informes.		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$15.071.680	\$15.071.680
Wilson Augusto Jaramillo García	Gestionar, planear, organizar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades del proyecto. Ejercer el seguimiento y control de aspectos como la dedicación y cumplimiento del tiempo asignado a cada investigador, el oportuno trámite administrativo para la adquisición de equipos, materiales e insumos y la absoluta reserva y confidencialidad del proyecto.		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$8.612.240	\$8.612.240
TOTAL				\$0	\$0	\$224.997.552	\$224.997.552

Cuadro: PUBLICACIONES Y PATENTES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Publicación de los artículos resultados de investigación en revistas especializadas	Socialización y difusión del conocimiento, sobre los avances del proyecto de investigación		UNIVERSIDAD ECCI	\$12.000.000	\$0	\$0	\$12.000.000
TOTAL				\$12.000.000	\$0	\$0	\$12.000.000

Cuadro: SALIDAS DE CAMPO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Transporte local, almuerzos personal de investigadores	Necesario para movilidad del personal de investigadores entre las ciudad de Bogota y el municipio de Madrid (Cund), para la recopilación de la información de estudio		UNIVERSIDAD ECCI	\$7.000.000	\$0	\$0	\$7.000.000
TOTAL				\$7.000.000	\$0	\$0	\$7.000.000

Cuadro: SEGUIMIENTO Y EVALUACION

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN (3% de la sumatoria de los rubros con cargo a COLCIENCIAS, incluido el rubro de administración)	Requerido por la Convocatoria		UNIVERSIDAD ECCI	\$8.616.000	\$0	\$0	\$8.616.000
TOTAL				\$8.616.000	\$0	\$0	\$8.616.000

Cuadro: SERVICIOS TECNICOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación de los bancos AM-37T-20 para motores J-69-T-25, y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	Realizar el soporte técnico para las necesidades de fabricación de racores, acoples, bujes, terminales, pernos y tuercas requeridos para adaptación o modificación de los componente del sistema cabina de control- Motor de pruebas, en base a los especificaciones determinadas con el equipo investigativo y el inspector del motor		UNIVERSIDAD ECCI	\$11.000.000	\$0	\$0	\$11.000.000
inspección en las pruebas de operación de los bancos AM-37T-20, y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	desmontaje del motor J69-25A, y de sus componentes y accesorios de acuerdo con las necesidades que se presenten durante las pruebas. Efectuar el soporte técnico en coordinación con el personal de investigadores, para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales del motor en los sistemas de Combustible, Lubricación, y Neumático del motor J69-25A. Realizar inspección Boroscópica la rueda de turbina. Después de cada preñdida operacional del motor J69-25A, para evaluar la integridad física de los componentes.		UNIVERSIDAD ECCI	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000

Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación de los bancos y AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos, y fabricación de elementos	Realizar el montaje y desmontaje del motor PT6-60. Efectuar el soporte técnico para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas. Realizar inspección Boroscópica a la cámara de combustión y ruedas de turbinas de Ng, y Np, después de cada preñdida operacional del motor PT6-60, para evaluar la integridad física de los componentes. Realizar seguimiento y control por patrón de rociado, y carbonización al conjunto de inyectores de combustible, durante las pruebas del motor PT6-60. Realizar inspección HSI al motor PT6-60, de todos los componentes de la sección Caliente para verificar la condición final de estos elementos, en cuanto a tolerancias, medidas, corrosión, fisuras y demás posibles daños presentados, al finalizar todas las pruebas operacionales		UNIVERSIDAD ECCI	\$26.000.000	\$0	\$0	\$26.000.000
Servicio técnico de apoyo e inspección en las pruebas de operación del banco AMT-37T -21 para el motor PT6-60, resolución de cazafallas eléctricas - instrumentos y fabricación de elementos	Revisión Conectores y cableado del arnés de transmisión de señales. Calibración trasmisores, y transductores motores PT6-60, y Modular Box. Revisión Cableado de Cromel-Alumel. Revisión Sistema Líneas Hidráulicas. Realizar el montaje y desmontaje del panel de instrumentos, panel de luces de advertencia, de acuerdo con las necesidades requeridas en las pruebas operacionales a realizar en el banco de AM-37T-21, para su revisión por condición de serviciabilidad, para fidelidad en la trasmisión de las indicaciones. Efectuar el soporte técnico en coordinación con el personal de investigadores, para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales de los motores en los sistemas de Indicación de ITT, Presión de Combustible y Aceite, Temperatura de Aceite, Ng, Np, Torque, del motor PT6-60.Efectuar el soporte técnico para la resolución de las cazafallas que se presenten durante le ejecución de las pruebas operacionales de los motores en los sistemas de Generación y transmisión de Amperaje, e Indicación de Voltaje del motor PT6-60		UNIVERSIDAD ECCI	\$29.000.000	\$0	\$0	\$29.000.000
Caracterización de materiales, reactivos, aditivos, biomezclas,	Eleaboracion de la ruta Análisis de resultados obtenidos, correlación de parámetros para proyección y moldeamiento del comportamiento de las Biomezclas en la turbina de ensayo, y de cuatificación de remisiones de Gases Efecto Invernadero		UNIVERSIDAD ECCI	\$38.000.000	\$0	\$0	\$38.000.000
Servicios de simulación de cadena logística de soporte en cuanto al acopio y distribución de combustibles, y de inspección por condición de operación a la turbina, y al banco de pruebas AMT-37	realización de inspecciones programadas a la turbina para determinar condición de operación, y proyección logística para el uso de mezclas de biocombustibles a corto plazo en aeronaves del sector aeronáutico colombiano		ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	\$0	\$12.500.000	\$12.500.000
TOTAL				\$119.000.000	\$0	\$12.500.000	\$131.500.000

Cuadro: VIAJES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
11th EASN International Conference on Innovation in Aviation & Space	Presentación de resultados en el uso de mezclas de Biocombustibles, en el sector aeronáutico colombiano, ante la comunidad aeronáutica internacional		UNIVERSIDAD ECCI	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000
TOTAL				\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000

Cuadro: VINCULACIÓN JÓVENES INVESTIGADORES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Diego Alejandro Castellanos Proaños	Dar apoyo a la puesta a punto del banco de pruebas en cuanto a labores de puesta a punto, instrumentación y automatización a fin de poder adquirir las variables asociadas requeridas para poder realizar el termodinámico y estadístico. Realizar un análisis estadístico para evaluar el desempeño de la turbina y definir factores experimentales significativos.		UNIVERSIDAD ECCI	\$17.887.305	\$11.924.871	\$0	\$29.812.176
Jose Miguel Galindo Castillo	Realizar las mezclas y la evaluación del comportamiento las diferentes proporciones de mezclas de biocombustibles en motores de aviación estacionarios y su efecto en el rendimiento energético e impacto mecánico de los sistemas mecánicos.		UNIVERSIDAD ECCI	\$17.887.305	\$11.924.871	\$0	\$29.812.176
TOTAL				\$35.774.610	\$23.849.742	\$0	\$59.624.352

Rubros por Año

Rubro	Año 1	Año 2	Valor Total
BIBLIOGRAFIA	\$1.400.000	\$1.400.000	\$2.800.000
EVENTOS ACADÉMICOS	\$0	\$14.000.000	\$14.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$3.500.000	\$3.500.000	\$7.000.000
MATERIALES E INSUMOS	\$59.000.000	\$13.000.000	\$72.000.000
SERVICIOS TECNICOS	\$81.000.000	\$50.500.000	\$131.500.000
PUBLICACIONES	\$0	\$12.000.000	\$12.000.000
VINCULACIÓN JÓVENES INVESTIGADORES	\$29.812.176	\$29.812.176	\$59.624.352
EQUIPOS	\$515.000.000	\$215.000.000	\$730.000.000
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	\$4.308.000	\$4.308.000	\$8.616.000

GASTOS DE OPERACIÓN	\$8.100.000	\$8.100.000	\$16.200.000
VIAJES	\$0	\$15.000.000	\$15.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO	\$112.498.776	\$112.498.776	\$224.997.552
TOTAL	\$814.618.952	\$479.118.952	\$1.293.737.904

Global Total

Entidad	Financiado	%	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$0	0	\$755.116.592	100	\$0	0	\$755.116.592
UNIVERSIDAD ECCI	\$331.590.610	61,56	\$183.180.960	34,01	\$23.849.742	4,43	\$538.621.312
TOTAL	\$331.590.610		\$938.297.552		\$23.849.742		\$1.293.737.904

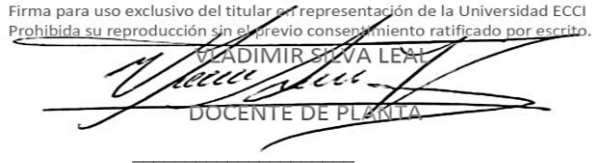
Contrapartida

Entidad	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$755.116.592	100	\$0	0	\$755.116.592
UNIVERSIDAD ECCI	\$183.180.960	88,48	\$23.849.742	11,52	\$207.030.702
TOTAL	\$938.297.552		\$23.849.742		\$962.147.294

Ciudad:_____Día:_____Mes:_____Año:_____

Firma representante legal.

 El conocimiento es de todos Minciencias						MODELO DE PLAN OPERATIVO DE TRABAJO																												Código: M801PR15MO1 Versión: 00 Fecha: 2020-03-18					
Entidad ejecutora:						UNIVERSIDAD ECCI																																	
Título de la propuesta de investigación:						Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas Codigo 72078																																	
Nombre del investigador principal:						Vladimir Silva Leal																																	
OBJETIVO	Actividades	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado	Mes inicio	Mes finalización	AVANCE EN LA EJECUCIÓN																												Resultados					
						Descripción de lo desarrollado																																	
						Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24										
Especifico 1: Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronauticas.	Realizar una revisión del estado del arte la disponibilidad comercial de los diferentes aditivos que mejoren la estabilidad de la mezcla y generen menor impacto sobre los sistemas de almacenamiento y distribución.	1	1	1	6	25%	40%	55%	70%	85%	100%																	Informe de revisión veraz, actualizada y consolidada del estado real en el desarrollo y uso de aditivos para combustibles aeronáuticos.											
	Estudio de la implementación de diferentes tipos de biocombustibles desarrollados con metodologías ya certificadas que sean potencialmente implementados con biomasas colombianas.	1	2	1	10	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%													Informe con estudio de metodologías ya certificadas que sean potencialmente implementados con biomasas colombianas.											
	Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para las mezclas de biocombustibles y aditivos, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la normatividad internacional, para seleccionar la muestra o posibles muestras a ser utilizadas en las pruebas de desempeño en las turbinas.	9	11	5	15					10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	85%	90%	100%								Plan experimental para la determinación de las mezclas a utilizar en las pruebas operacionales de los motores PT6-60, y J-69.											
	Realizar un estudio de las etapas del proceso global de hidrotratamiento de aceites para la producción de bioqueroseno de aviación en función de la estructura catalítica y de la temperatura de reacción. Diseño y construcción de planta piloto	7	18	4	18				5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	80%	90%	100%					Diseño y construcción de planta piloto para producción de bioqueroseno tipo batch. Informes de pruebas y fabricación de catalizadores.											
	Puesta a punto del banco de ensayo AMT37, incluyendo su automatización y puesta a punto. Es necesario incluir en el análisis mediciones adicionales de presiones y temperaturas en diferentes puntos de la planta motriz, así como control de vibraciones e integridad estructural de los componentes dinámicos de la turbina, tomando como referencia los manuales de operación y mantenimiento de los fabricantes.	9	27	1	15	8%	16%	24%	32%	40%	48%	56%	64%	72%	80%	88%	94%	100%									Informe con anexos sobre el estado del banco de ensayo con las especificaciones técnicas y parámetros de operación necesarios para las pruebas funcionales de las turbinas con mezclas de Biocombustibles.												
	Proponer una arquitectura técnica para el comando de potencia utilizando para ello estrategias de control de movimiento, comunicaciones digitales, microprocesadores y del respectivo software de calibración para el servomecanismo de control de aceleración de la turbina de ensayo.	1	28	1	13	8%	16%	24%	32%	40%	48%	56%	64%	72%	80%	88%	94%	100%									Informe de evidencia del diseño final de los comandos de control y potencia del banco de ensayos AMT-37T.												
	Diseñar e implementar el sistema de control de aceleración, por medio de servomecanismos gobernados electrónicamente que será instalado en el banco de pruebas, manteniendo las líneas de base técnicas impuestas por la FAC y la casa fabricante de la turbina aeronáutica.	6	34	6	12						15%	30%	45%	60%	75%	90%	100%										Diseño final del control de aceleración del banco de ensayos AMT-37T												
	Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la gama de turbinas PT6 relacionadas anteriormente, con el fin de verificar que se cumplan los requisitos aeronáuticos impuestos por la FAC y el fabricante.	4	38	1	24	4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	92%	100%	Cumplimiento de cronograma establecido, control de la ejecución presupuestal, y obtención de datos experimentales correlacionados con pruebas de Jet A-1, como línea base.									
	Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles y aditivos definidas como aptas, sobre el desempeño mecánico y energético de las turbinas.	7	45	3	12			10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%											Informe sobre los impactos operacionales de las mezclas de biocombustibles en la integridad mecánica y funcional de las turbinas de prueba PT6-60, y J-69.											
	Diseño, adaptación e implementación de sistema de mezclado estático para biocombustible y aditivos. Selección y montaje de analizador de emisiones de gases.	1	46	1	20	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%			Planos de fabricación y Diseño de mezclador estático para el desarrollo de pruebas comparativas en motores de aviación.											
	Realización de ensayos e implementación del plan experimental para la realización de pruebas comparativas en sitio: Base Aérea de Madrid Cundinamarca – CAMAN para los motores de aviación.	10	56	9	18								10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%					Informe con el Diseño Experimental desarrollado para las pruebas comparativas de las tecnologías de motores aeronauticos utilizados.												
	Aplicación de modelos termodinámicos para realizar el cálculo del rendimiento, y descripción de la operación de los motores probados a partir de las variables experimentales medidas, como flujos de aire y combustible, trabajo mecánico entregado por el motor y comportamiento general de etapas de compresión, combustión y tobera según los datos de banco de pruebas. Análisis energético y estadístico de las pruebas en los bancos de aviación.	5	61	11	20										10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%			Informe con el análisis energético y estadístico de las pruebas de los motores en los bancos de aviación.												
	Análisis del proceso de combustión y su impacto en las emisiones generadas en cada uno de los motores probados con mezclas de biocombustible.	3	64	15	23														15%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Informe con análisis de comportamiento de la combustión y su impacto en las emisiones generadas en las pruebas en banco.											
Análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de las turbinas de aviación en cuanto al impacto mecánico: como el desgaste en los alabes de las turbinas; la contaminación de componentes internos, determinando la composición de los depósitos de hollín en el interior de la cámara de combustión y la composición de los depósitos en los filtros del sistema de control combustible, mediante ensayos de composición química, técnicas de caracterización espectroscópicas y de superficie; con el fin de concluir cuál es el efecto del uso de las mezclas biocombustibles en el motor.	9	73	15	23															15%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Informe con la evaluación del comportamiento mecánico de los motores probados en los bancos de pruebas de aviación.											
Implementación de modelos numéricos del comportamiento de la hélice del motor PT6. Modelación matemática de la fenomenología termodinámica de la operación de los motores de turbina de gas en sus diferentes arquitecturas. Contrastar los hallazgos experimentales con la teoría del funcionamiento de los motores, específicamente del cumplimiento del ciclo brayton y la cinética de combustión.	4	77	3	22			5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	Informes con la evaluación numerica y computacional de los motores probados y su respectiva comparación. Modelo numerico del comportamiento de la helice del motor PT6.												
Especifico 2: Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible.	Evaluación del impacto ambiental mediante una Matriz de Leopold, con el fin de determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a la valoración numérica de la matriz.	1	78	3	10			15%	30%	45%	60%	70%	80%	90%	100%												Entrega de la Matriz de impactos ambientales para determinar determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a su valoración numérica.												
	Escoger las aéreas más críticas a trabajar de acuerdo a los resultados de la matriz, en cuanto a sus etapas. Cultivo, en cuanto al uso del agua. Producción de biocombustible, en cuanto al uso de la energía y del agua. Operación, en cuanto a las emisiones atmosféricas y producción de residuos.	1	79	11	13											40	40%	20%									Informe sobre los resultados del análisis de la matriz sobre las etapas de cultivo, producción y operación del biocombustible.												
	Partiendo de las etapas con mayor impacto ambiental, se determinarán las posibles medidas de mitigación. Para ello se debe cuantificar el uso del agua tanto en los procesos de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación a los agroquímicos en el agua.	1	80	9	13									20	40	60	80%	100%									Informe con la cuantificar el uso del agua tanto en los procesos de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación a los agroquímicos en el agua.												
	Evaluar las medidas de mitigación que se proponen a partir de los resultados obtenidos con el fin de proponer alternativas de mejoras hacia la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación.	2	82	14	16														40%	40%	20%						Informe con la evaluación las medidas de mitigación de impactos y alternativas de mejoras en las etapas el biocombustible.												
	Cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el % de emisiones emitidas en operación real. Esto se realizará con un analizador de gases que estará monitoreando continuamente los productos de combustión de las mezclas de biodiesel para cada punto experimental del diseño de experimentos de 1 objetivo específico 1, analizando su variabilidad.	7	89	12	21													10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Tabla de datos experimentales con el analisis de las variaciones en % de las emisiones de los gases de escape de las turbinas de prueba, para soporte, referencia y control de parámetros experimentales de los ensayos realizados para el cumplimiento del objetivo 1.											
Especifico 3: Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles.	Identificar las capacidades en infraestructura existentes para el almacenamiento, manipulación y transporte de biocombustibles y aditivos.	3	92	1	24	4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	92%	100%	Informe con las condiciones mínimas de infraestructura para el desarrollo de las operaciones con mezclas de biocombustibles, en términos de almacenamiento y suministro, y de estrategias para el desarrollo e implementación de esta capacidad.									
	Definir la infraestructura necesaria para el almacenamiento, manipulación y transporte de las mezclas de biocombustibles estudiadas (Tanques, sistemas de agitación, sistemas de almacenamiento)	4	96	3	14			8%	16%	24%	32%	40%	48%	56%	64%	72%	80%	88%	100%																				
	Definir lineamientos logísticos que garanticen el suministro de mezclas de biocombustibles en el desarrollo de las operaciones aéreas.	4	100	14	22														11%	22%	33%	44%	55%	66%	77%	88%	100%	Modelo logístico, para el suministro de mezclas de Biocombustibles para la cumplimiento de operaciones aéreas											

 El conocimiento es de todos Minciencias						MODELO DE PLAN OPERATIVO DE TRABAJO																								Código: M801PR15MO1	
						UNIVERSIDAD ECCI																								Versión: 00	
Entidad ejecutora:																														Fecha: 2020-03-18	
Título de la propuesta de investigación:						Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas Codigo 72078																									
Nombre del invetigador principal:						Vladimir Silva Leal																									
OBJETIVO	Actividades	Porcentaje Actividad	Porcentaje Acumulado	Mes inicio	Mes finalización	AVANCE EN LA EJECUCION																								Resultados	
						Descripción de lo desarrollado																									
						Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24		
PRODUCTOS				Mes inicio	Mes finalización																									Resultados	
Generación de nuevo conocimiento	Artículos categoría B artículo de la proyección de la cadena logística, y Seguridad Operacional, relacionado con el uso de Biocombustibles en el Sector Aeronáutico			2	21		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%			Artículo aceptado por revista indexada		
	Artículos categoría A2 artículo aspectos relacionados a las mezclas, propiedades y desarrollo de combustibles renovables			2	21		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%			Artículo aceptado por revista indexada		
	Artículos categoría A1 artículo con sistema de control completo incluye modelado, simulación y resultados experimentales.			1	23	4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	100%	Artículo aceptado por revista indexada		
Apropiación social de conocimiento	Circulación de conocimiento especializado Participación en eventos de tipo científico tecnológico			13	19												10%	20%	30%	40%	60%	80%	100%					Socialización y difusión de los resultados investigativos, ante la comunidad académica y certificado de participación en el evento científico.			
	Circulación de conocimiento especializado Organización de evento científico para difusión y socialización de resultados obtenidos del proceso de investigación			15	24													5%	10%	15%	20%	35%	50%	60%	80%	90%	100%	Socialización y difusión de los resultados investigativos, ante la comunidad académica y certificado de organización del evento científico.			
Formación del recurso humano	Formacion de 02 estudiantes de pregrado, formación de estudiantes de Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico.			2	24		4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	100%	02 Proyectos de grado.	
	Vinculacion de 01 estudiante de Maestría de la ECCI			2	24		4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	100%	Informe del soporte investigativo realizado, de acuerdo con las actividades del objetivo específico trabajado.	
	Vinculacion de 02 estudiantes de Maestría de la ECCI			2	24		4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	100%	Informe del soporte investigativo realizado, de acuerdo con las actividades del objetivo específico trabajado.	
	Vinculacion de 02 estudiantes de Maestría de la EPFAC			2	24		4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	68%	72%	76%	80%	84%	88%	100%	Informe del soporte investigativo realizado, de acuerdo con las actividades del objetivo específico trabajado.	
Desarrollo tecnológico e innovación	Consultoria e informe tecnico finales			15	23													11%	22%	33%	44%	55%	66%	77%	88%	100%		Concepto técnico para determinación de criterios hacia futura certificación de mezclas de biocombustibles.			
	Sistema de reacción para procesos de desoxigenación de biomasa para producción de combustibles a nivel de laboratorio dentro de la planta piloto de Ingeniería Química de la Universidad ECCI.			1	23	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	94%	96%	98%	100%	Planta piloto operacional		
Observaciones:						Firma para uso exclusivo del titular por representación de la Universidad ECCI Prohibida su reproducción sin el previo consentimiento ratificado por escrito.  VO. BO. INVESTIGADOR PRINCIPAL																									

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES	
FONDO:	FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
NIT:	No. 830.053.105-3
REPRESENTANTE LEGAL:	HERNÁN DARIO VARGAS SÁNCHEZ
CÉDULA DE CIUDADANÍA:	No. 80.186.277 expedida en Bogotá D.C.
CARGO:	Apoderado General. Escritura Pública No. 2.382 del 20 de noviembre de 2018, Notaria 42 del Círculo de Bogotá.
LA ENTIDAD EJECUTORA	Nombre: UNIVERSIDAD ECCI
	NIT: 860.401.496-0
	Representante legal. FERNANDO ARTURO SOLER LÓPEZ
	Documento de Identificación: C.C. No. 19.056.999
	Cargo: Rector y Representante Legal

CONSIDERANDOS:

1. Que mediante la Ley 1286 el 23 de enero de 2009 el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" -Colciencias-, se transformó en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS (hoy MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACIÓN -MINCIENCIAS) y se establecieron mecanismos para fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia.
2. Que, dentro de los mecanismos establecidos para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, se creó el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Fondo Francisco José de Caldas, a cargo del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –COLCIENCIAS, (hoy MINCIENCIAS).
3. Que la Ley en mención estableció de manera expresa que los recursos correspondientes al Fondo fueran administrados a través del Patrimonio Autónomo que surgiera con ocasión de la celebración de un Contrato de Fiducia Mercantil a celebrarse entre el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –COLCIENCIAS (hoy MINCIENCIAS), y la sociedad fiduciaria que fuera seleccionada a través de un proceso de Licitación Pública.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

4. Que como resultado de la Licitación Pública No. 001 de 2018, el día 30 de octubre de 2018 se suscribió entre COLCIENCIAS (hoy MINCIENCIAS) y FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. el Contrato de Fiducia Mercantil No. 661-2018 con el siguiente objeto: *“(...) Constitución del Patrimonio Autónomo donde se administrarán los recursos del Fondo Nacional de Financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación, “Fondo Francisco José de Caldas”, de conformidad con lo establecido en la ley 1286 de 2009 y demás normas que la modifiquen o adicionen, con la finalidad de financiar la política pública de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”.*
5. Que, en virtud del Contrato de Fiducia Mercantil mencionado, la Fiduciaria como Vocera del Patrimonio Autónomo denominado FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, debe celebrar, de acuerdo con las instrucciones que al respecto imparta el FIDEICOMITENTE contratos de financiamiento.
6. Que el Decreto Ley 591 de 1991 consagra la posibilidad de que la Nación celebre contratos de financiamiento de actividades científicas y tecnológicas, entre otras, en la modalidad de recuperación contingente.
7. Que el Decreto 2555 de 2010, artículo 2.5.2.1.1 establece *“Los patrimonios autónomos conformados en desarrollo del contrato de fiducia mercantil, aun cuando no son personas jurídicas, se constituyen en receptores de los derechos y obligaciones legales y convencionalmente derivados de los actos y contratos celebrados y ejecutados por el fiduciario en cumplimiento del contrato de fiducia. El fiduciario, como vocero y administrador del patrimonio autónomo, celebrará y ejecutará diligentemente todos los actos jurídicos necesarios para lograr la finalidad del fideicomiso, comprometiendo al patrimonio autónomo dentro de los términos señalados en el acto constitutivo de la fiducia. Para este efecto, el fiduciario deberá expresar que actúa en calidad de vocero y administrador del respectivo patrimonio autónomo. (...)”.*
8. Que el artículo 23 de la Ley 1286 de 2009 determina: *“Los actos y contratos que celebre el Fondo se sujetarán a las normas de contratación del derecho privado subsidiariamente con las de ciencia y tecnología. La Contraloría General de la República ejercerá el control fiscal sobre los recursos públicos que se transfieran al Fondo”.*
9. Que de acuerdo con la Ley 1286 de 2009 el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS (hoy MINCIENCIAS), es la entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en el país. En cumplimiento de su misión y mandato legal, promueve la generación y transferencia de conocimiento científico, desarrollo tecnológico e innovaciones que permitan, consolidar una comunidad científica en las distintas áreas del conocimiento, y al mismo tiempo, contribuir al desarrollo económico y social del país.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

10. Que mediante la Ley 1951 de 2019 se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación como organismo para la gestión de la administración pública, rector del sector y del Sistema Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), como el encargado de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar, implementar y controlar la política del Estado en esta materia, teniendo concordancia con los planes y programas de desarrollo.
11. Que, a su vez, el artículo 125 de la Ley 1955 de 2019 fusionó el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS (hoy MINCIENCIAS), creado mediante la Ley 1951 de 2019, señalando que continuará con la misma denominación y como organismo principal de la Administración Pública del Sector Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.
12. Que, en concordancia de lo anterior, fue expedido el Decreto 2226 del 05 de diciembre de 2019, por medio del cual se establece la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones, señalando en su parte considerativa “(...) *Que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación continua a cargo del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Fondo Francisco José de Caldas, y cumpliendo las funciones que en relación con los demás fondos le fueron asignadas por la Constitución y la ley al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), función que cumplirá a través de una dependencia con autonomía administrativa y financiera*”.
13. Que el objetivo general de la convocatoria 852 de 2019 es “*Conformar un banco de programas y proyectos elegibles de CTel, que generen conocimiento en los focos temáticos y líneas de investigación priorizadas, y vinculando jóvenes investigadores que permitan la obtención o mejora de productos, servicios o procesos o su aplicación.*”
14. Que como resultado del proceso de evaluación descrito en los términos de referencia de la Convocatoria No. 852 de 2019 y sus anexos, mediante Resolución No. 0706 de 2020 del 04 de agosto de 2020 se publicó el banco adicional de propuestas financiables de la convocatoria.
15. Que el presente Contrato cuenta con los recursos suficientes para su ejecución amparados bajo el Certificado de Disponibilidad de Recursos, el cual hace parte integral del presente documento.
16. Que mediante comunicación No. 20200160412821 de fecha 19 de octubre de 2020, radicada en las instalaciones del FONDO el día 20 de octubre de 2020, por los canales establecidos, el Director de Inteligencia de Recursos de CTel de Minciencias, instruye al FONDO para la suscripción del presente contrato de conformidad al Memorando No. 20201670229493 de fecha 13 de agosto de 2020, suscrito por el contratista de la Dirección de Generación del Conocimiento de Minciencias.

Que en virtud de lo anterior las partes acuerdan celebrar el presente Contrato de Financiamiento de Recuperación Contingente, el cual se registrará por las siguientes:

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

CLÁUSULAS

CLÁUSULA PRIMERA. - OBJETO: EL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS otorga apoyo económico a LA ENTIDAD EJECUTORA, en la modalidad de recuperación contingente, para la financiación del proyecto: *“Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas”*. Código 1346-852-72078”.

CLÁUSULA SEGUNDA. – OBJETIVO GENERAL: Determinar el comportamiento del uso de mezclas de Biocombustibles en Turbinas Aeronáuticas, contemplando variables asociadas al impacto ambiental, soporte logístico, naturaleza de los Biocombustibles, y rendimiento.

CLÁUSULA TERCERA. – OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.
2. Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible.
3. Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles.

CLÁUSULA CUARTA. - PLAZO DEL CONTRATO: El plazo de ejecución del Contrato será de veinticuatro (24) meses contados a partir de la fecha del primer desembolso, previo al cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución del contrato.

CLÁUSULA QUINTA. - VALOR DEL CONTRATO Y DESEMBOLSOS: El FONDO otorga a LA ENTIDAD EJECUTORA, apoyo económico por la suma **TRESCIENTOS VEINTIDOS MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DIEZ PESOS M/CTE (\$322.974.610)**; correspondiente al apoyo para la financiación del presente contrato, de acuerdo con los Certificados de Disponibilidad de Recursos los cuales serán girados a LA ENTIDAD EJECUTORA, de la siguiente manera:

1. **DESEMBOLSO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:** Minciencias a través del Fondo Francisco José de Caldas otorga apoyo económico por la suma de **DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE MILLONES CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE (\$ 287.199.999)**, de acuerdo con el Certificado de Disponibilidad de Recursos - CDR N° 15790, el cual será girado en un (1) desembolso a la UNIVERSIDAD ECCI al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue el plan detallado de trabajo y la respectiva aprobación por parte del supervisor.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$ 287.199.999
TOTAL			100%	\$ 287.199.999

2. **DESEMBOLSO JOVEN INVESTIGADOR E INNOVADOR:** El Fondo Francisco José de Caldas otorga apoyo económico por la suma de **TREINTA Y CINCO MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS ONCE PESOS MCTE (\$35.774.611)** equivalente al 60% de la beca pasantía para la vinculación de los jóvenes investigadores e innovadores, de acuerdo con el Certificado de Disponibilidad de Recursos CDR N° **16107-2020**, el cual será girado a la UNIVERSIDAD ECCI al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue el plan detallado de trabajo y la respectiva aprobación por parte del supervisor.

NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$35.774.611
TOTAL			100%	\$35.774.611

RESUMEN DE LOS DESEMBOLSOS:

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

ÚNICO DESEMBOLSO				
NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso.	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$ 287.199.999
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso.	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$ 35.774.611
TOTAL				\$ 322.974.610

PARÁGRAFO I: MINCIENCIAS dará las debidas instrucciones al **FONDO** para el desembolso de los recursos, siempre y cuando se cumplan con los requisitos mínimos exigidos en el memorando de solicitud de elaboración del contrato y el contrato suscrito. **PARÁGRAFO II:** De existir, serán por cuenta de **LA ENTIDAD EJECUTORA** todos los gastos, impuestos, derechos, tasas y contribuciones que se causen con ocasión del perfeccionamiento, ejecución o liquidación del presente con-trato y que se requiera cancelar para dar cumplimiento a las disposiciones legales sobre el particular. **PARÁGRAFO III: EL FONDO** desembolsará las sumas antes relacionadas, con cargo a los recursos que conforman el Patrimonio Autónomo. **EL FONDO** sólo será responsable por los desembolsos con cargo a los recursos que efectivamente hayan sido trasladados al PATRIMONIO AUTÓNOMO y se hayan recibido en él efectivamente a través de las cuentas constituidas por el fideicomiso para tal efecto. **EL FONDO** no será responsable ante **LA ENTIDAD EJECUTORA** por el no desembolso por falta de recur-

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

En el Patrimonio Autónomo, tampoco será responsable por la mora en la realización de los desembolsos cuando la misma sea imputable a ella y/o a **EL FIDEICOMITENTE**. **PARÁGRAFO IV:** Todo desembolso que deba realizarse a **LA ENTIDAD EJECUTORA** debe ser previamente autorizado por **MINCIENCIAS** mediante comunicación escrita, y deberá realizarse únicamente en la cuenta que para tal efecto informe **LA ENTIDAD EJECUTORA** al **FONDO**, al momento de la suscripción del presente contrato, de acuerdo con el formato entregado por la fiduciaria para el efecto. **PARÁGRAFO V:** Una vez legalizado el contrato **LA ENTIDAD EJECUTORA** deberá allegar los siguientes documentos para efectos del desembolso: 1) Certificación bancaria. 2) RUT actualizado. 3) Formato de Registro de terceros.

CLÁUSULA SEXTA. - FUENTES DE LOS RECURSOS: Fondo Francisco José de Caldas – FFJC, Convenio Especial de Cooperación 404-2020 para el proyecto de investigación y Convenio Especial de Cooperación 386-2020 para los jóvenes investigadores e innovadores. **PARÁGRAFO I:** Los recursos para el financiamiento del proyecto por parte de MINCIENCIAS se encuentran disponibles en el FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FRANCISCO JOSE DE CALDAS. Los rubros asociados a gastos de operación no podrán superar en su etapa de ejecución el porcentaje establecido en los términos de referencia de la convocatoria 852-2019.

CLÁUSULA SEPTIMA. - CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS: El pago para el presente contrato, se reconocerá conforme al Certificado de Disponibilidad de Recursos No. **15790 -2020** del 18 de agosto de 2020, proyecto de investigación, suscrito por la Directora Administrativa y Financiera, encargada de las funciones de la Dirección de Inteligencia de Recursos de la CTel de Minciencias y CDR Derivado No. **16107-2020** del 28 de septiembre de 2020, jóvenes investigadores e innovadores suscrito por el Director de Inteligencia de Recursos de la CTel de Minciencias.

CLÁUSULA OCTAVA. – CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO:

Presupuesto aprobado de la propuesta por la fuente de financiación:

PROYECTO 72078						
Rubro	Financiado	Contrapartida Entidades				Valor Total
		UNIVERSIDAD ECCI		Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana		
		Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
BIBLIOGRAFÍA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
EQUIPOS	\$ 50.000.000	\$ -	\$ 40.000.000	\$ -	\$ 640.000.000	\$ 730.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	\$ 14.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.000.000
MATERIALES E INSUMOS	\$ 54.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 18.000.000	\$ 72.000.000

VOTACIÓN MISIONERÍA FINANCIERA DE COLOMBIA

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	\$ -	\$ -	\$ 143.180.960	\$ -	\$ 81.816.592	\$ 224.997.552
PUBLICACIONES Y PATENTES	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$ 7.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	\$119.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.500.000	\$ 131.500.000
VIAJES	\$ 15.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 15.000.000
GASTOS DE OPERACIÓN (7%)	\$ 16.199.999	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16.199.999
SUBTOTAL 1	\$287.199.999	\$ -	\$ 183.180.960	\$ -	\$ 755.116.592	\$ 1.225.497.551
JÓVENES INVESTIGADORES	\$ 35.774.611	\$ 23.849.742	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 59.624.353
SUBTOTAL 2	\$322.974.610	\$ 23.849.742	\$ 183.180.960	\$ -	\$ 755.116.592	\$ 1.285.121.904
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	\$ 8.616.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.616.000
TOTAL	\$331.590.610	\$ 23.849.742	\$ 183.180.960	\$ -	\$ 755.116.592	\$ 1.293.737.904

PARÁGRAFO: El porcentaje del rubro Seguimiento y Evaluación está estipulado en el Componente Presupuestal de los términos de referencia de la Convocatoria 852-2019. Los recursos de este rubro se destinarán a las actividades de seguimiento y evaluación de la ejecución del proyecto/programa por parte de Minciencias y no será desembolsado a la entidad ejecutora, estos recursos se encuentran en el “Fondo Francisco José de Caldas – Convenio No. 404 de 2019.

Apoyo económico Fondo Francisco José de Caldas	\$ 322.974.610
Seguimiento y evaluación	\$ 8.616.000
CONTRAPARTIDA	
UNIVERSIDAD ECCI	\$207.030.702
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$755.116.592
TOTAL CONTRAPARTIDA	\$962.147.294
COSTO TOTAL DEL CONTRATO	\$1.293.737.904

CLÁUSULA NOVENA. - CONTRAPARTIDA: Corresponde al aporte en efectivo de **LA ENTIDAD EJECUTORA** por la suma de **VEINTITRES MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS (\$23.849.742) M/CTE**; y en especie por una suma equivalente a **CIENTO OCHENTA Y TRES MILLONES CIENTO OCHENTA MIL NOVECIENTOS SESENTA PESOS M/CTE (\$183.180.960)**, y el aporte en especie por parte de **LA ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA** por la suma de **SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO MILLONES CIENTO DIECISÉIS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS (\$755.116.592) M/CTE**. **LAS ENTIDADES** declaran que los recursos que aportaran como contrapartida provienen de actividades lícitas.

CLÁUSULA DÉCIMA. - OBLIGACIONES DE LAS PARTES:

A. OBLIGACIONES DE LA ENTIDAD EJECUTORA **LA ENTIDAD EJECUTORA** se obliga a desarrollar cabalmente el objetivo general, objetivos específicos del contrato, y lo establecido en el memorando de elaboración del contrato, y en especial a:

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

• **FRENTE AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

1. Cumplir de manera estricta con la entrega de los productos esperados e informes, dispuestos en la propuesta y en el memorando de solicitud de elaboración del contrato, debidamente aprobados por el supervisor.
2. Designar como investigador principal a **VLADIMIR SILVA LEAL** y garantizar su disponibilidad para ejercer la dirección del proyecto. Si por algún motivo se requiere el cambio del investigador principal, debe ser solicitado por el representante legal de la ENTIDAD EJECUTORA, mediante comunicación escrita dirigida al supervisor del contrato, quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato.
3. Aportar y obtener los recursos de contrapartida a que hace referencia la cláusula de recursos de contrapartida del presente contrato.
4. Aplicar los recursos del apoyo económico exclusivamente a las actividades del proyecto, en las cuantías y para los rubros aprobados, y solicitar autorización previa al supervisor del contrato para el traslado de recursos de un rubro a otro, que exceda del treinta por ciento (30%) del rubro de destino en el presupuesto del proyecto aprobado. Únicamente podrán someter a evaluación tres (3) solicitudes de cambio de rubro durante el tiempo de ejecución del proyecto. Se aclara que cada solicitud puede incluir varios cambios de rubro sin que estos comprometan los resultados esperados.
5. Garantizar la dedicación de todos los investigadores y demás personal a las labores del proyecto de acuerdo con lo definido en la propuesta, respetando los términos de referencia de la convocatoria.
6. Garantizar que el Investigador Principal del proyecto verifique que las hojas de vida del personal que se contrate con recursos financiados estén diligenciadas y actualizadas en CvLAC. Además, mantener los perfiles, la dedicación, asignación mensual y tiempo de vinculación que se aprobaron para el desarrollo del proyecto.
7. Cumplir con la entrega de los productos de generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento y formación de recurso humano en la CTel a los que se haya comprometido en la propuesta aprobada.
8. Presentar para la aprobación del supervisor del contrato los informes de seguimiento en los formatos suministrados por MINCIENCIAS, los cuales deberán ser radicados en medio físico y medio magnético en MINCIENCIAS, de la siguiente manera:

8.1 Un informe de avance técnico y financiero que deberá presentarse en el mes **DOCE (12)** de ejecución del contrato.

8.2. Un informe final técnico y financiero que deberá presentarse dentro del mes siguiente a la finalización del contrato, y deberá cumplir con los productos esperados especificados en el memorando de solicitud de elaboración de contrato.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

9. Adoptar criterios de eficiencia, transparencia y economía en la adquisición de bienes o servicios con destino al proyecto, cumpliendo los términos de referencia de la convocatoria 852-2019 “Conectando conocimiento 2019”.
10. Utilizar durante el plazo del presente contrato los bienes adquiridos con recursos del apoyo económico exclusivamente para los fines relacionados con la ejecución de este contrato.
11. Llevar un sistema de contabilidad con los soportes exigidos por la normatividad vigente, que permita verificar el movimiento de los recursos del apoyo económico.
12. Proporcionar toda la información que le sea solicitada por MINCIENCIAS, por el supervisor del contrato, LA FIDUCIARIA o por los organismos de control del Estado en relación con el proyecto.
13. Dar cumplimiento a las disposiciones vigentes en materia de manejo ambiental y obtener los permisos y licencias correspondientes por parte de las autoridades competentes, si a ello hubiere lugar.
14. Destacar en toda publicación, actividad o material divulgativo relacionado con el proyecto y su ejecución, que éste se financia con recursos provenientes del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
15. Dar cumplimiento a sus obligaciones con los sistemas de salud, riesgos laborales, pensiones y aportes parafiscales a que hubiere lugar, de acuerdo con las normas legales vigentes aplicables en la materia.
16. Comunicar oportunamente al supervisor del contrato cualquier cambio de su domicilio.
17. Disponer los recursos necesarios para el mantenimiento eficiente de los equipos financiados con recursos del proyecto; operarlos y mantenerlos de acuerdo con las normas técnicas generalmente aceptadas.
18. Permitir durante el plazo de ejecución del contrato y tres (3) años más, el uso de los equipos adquiridos con recursos del apoyo económico a Grupos de Investigación, Centros e institutos de desarrollo tecnológico e innovación, quienes deberán elevar solicitud por escrito a MINCIENCIAS y a la entidad responsable a efectos de obtener la autorización correspondiente.
19. Los bienes adquiridos con recursos de apoyo económico del presente contrato se utilizarán exclusivamente para la ejecución de este. Así mismo, serán propiedad de la entidad ejecutora a la terminación del contrato.
20. Garantizar que los honorarios o bonificaciones especiales de personal de nómina de tiempo completo de entidades públicas o privadas vinculadas al proyecto no sean financiadas con recursos del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
21. Suscribir los documentos a que haya lugar para la liquidación y/o acta de cierre contable y financiero del contrato.
22. Cumplir con las actividades de transferencia de resultados a la comunidad científica.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

23. Las demás obligaciones inherentes a la naturaleza y objeto del presente contrato.
24. Para los fines relacionados con las normas referentes al control y prevención del Riesgo de Lavado de Activos y de la Financiación del terrorismo, contenidas en la circular Básica Jurídica emitida por la Superintendencia Bancaria (Hoy Superintendencia Financiera de Colombia) y las demás que en el futuro la adicionen o modifiquen, LA ENTIDAD EJECUTORA se obliga a entregar información veraz y verificable, y a actualizar sus datos por los menos anualmente, suministrando la totalidad de los soportes documentales e información exigidos por LA FIDUCIARIA al momento de la vinculación y durante el desarrollo del presente contrato.

• **FRENTE A LA VINCULACIÓN DE LOS JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES:**

1. Vincular a los dos (2) jóvenes investigadores e innovadores que harán uso de la beca pasantía, aprobados en la propuesta y garantizar su disponibilidad para ejercer las actividades y resultados esperados para la ejecución del proyecto, cumpliendo con los términos de referencia de la convocatoria 852-2019.
2. Vincular dentro de los primeros seis (6) meses de ejecución del contrato a los dos (2) jóvenes investigadores e innovadores. Esta vinculación debe ser por un término único de doce (12) meses por cada joven investigador e innovador y por un valor total mínimo de veintinueve millones ochocientos doce mil ciento setenta y seis pesos (\$ 29.812.176) para cada joven investigador e innovador.
3. Garantizar para cada joven investigador e innovador doce (12) pagos mensuales, correspondientes a tres (3) salarios mínimos mensuales legales vigentes del año 2019, es decir, la suma de dos millones cuatrocientos ochenta y cuatro mil trescientos cuarenta y ocho pesos (\$2.484.348) mensuales.
4. Aportar y obtener los recursos de contrapartida para la vinculación de los jóvenes investigadores e innovadores.
5. Garantizar el cumplimiento de las actividades que le sean asignadas a los jóvenes investigadores en el marco de la ejecución del proyecto, y de acuerdo con los planes de actividades definidos.
6. Designar un tutor para cada joven investigador e innovador quien lo acompañará en el desarrollo de las actividades y en la obtención de los resultados esperados. El tutor supervisará el cumplimiento del plan de actividades programadas para cada joven Investigador e Innovador hasta la entrega del informe técnico final y el artículo tipo publicable.
7. Prestar apoyo logístico y operativo a cada joven investigador para que pueda desarrollar los planes de actividades presentados.
8. Si por algún motivo se requiere el cambio de algún joven investigador e innovador, el cambio debe ser solicitado por el investigador principal del proyecto, mediante comunicación

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

escrita dirigida al supervisor del contrato, quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato. Esta solicitud debe estar acompañada de la carta de renuncia del joven investigador e innovador, y certificar que el nuevo candidato cumple con los requisitos establecidos en los términos de referencia de la convocatoria, adjuntando los documentos del nuevo joven investigador e innovador definidos en el anexo 3 de los términos de referencia.

9. Si por algún motivo se requiere el cambio de tutor, debe ser solicitado por el investigador principal del proyecto, mediante comunicación escrita dirigida al supervisor del contrato quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato.
10. Los planes de actividades no podrán ser modificados. Podrán ser ajustados previa autorización del supervisor del contrato.
11. En caso de que se requiera, los jóvenes investigadores e innovadores deberán participar en espacios que convoque MINCIENCIAS para la divulgación de resultados.
12. Presentar para la aprobación del supervisor del contrato los informes de seguimiento de cada joven investigador e innovador en los formatos suministrados por MINCIENCIAS, los cuales deberán ser radicados en medio físico y medio magnético en MINCIENCIAS, de la siguiente manera:

12.1. Un informe de avance técnico y financiero, en el mes doce (12) de ejecución del contrato que dé cuenta del avance de las actividades de CTel desarrolladas y los resultados de investigación obtenidos por cada uno de los jóvenes investigadores e innovadores en el marco de cada proyecto que integra el proyecto.

12.2. Un informe final que deberá presentarse dentro del mes siguiente a la finalización del contrato que contenga:

- i) Un informe técnico final de las actividades de CTel desarrolladas y los resultados de investigación obtenidos por cada joven investigador e innovador.
- ii) Cada joven investigador e innovador vinculado debe ser autor o coautor de al menos un artículo de investigación o capítulo de libro.
- iii) Un informe financiero final (detallado de gastos por rubro y consolidado), en el cual se detalle la ejecución de los recursos aportados para cada joven investigador e innovador.

B. OBLIGACIONES DEL FONDO:

1. Girar los recursos financieros necesarios, con destino a LA ENTIDAD EJECUTORA, en ejecución del presente contrato, de acuerdo con las instrucciones de MINCIENCIAS.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

2. Adelantar los trámites para lograr el cierre financiero y contable del contrato, previa instrucción de MINCIENCIAS.

C. OBLIGACIONES DE MINCIENCIAS:

1. Solicitar al FONDO los desembolsos del apoyo económico de acuerdo con lo consignado en la cláusula quinta del contrato, en concordancia con el numeral XI “Desembolsos”, del memorando.
2. Efectuar la supervisión del contrato a través de la gestión administrativa, jurídica, técnica y financiera requerida para el cumplimiento del objeto contractual.
3. Las demás que por la naturaleza del presente contrato le correspondan y que garanticen su cabal y oportuna ejecución, considerando que Minciencias actúa como fideicomitente para instruir a la fiduciaria.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA. - ENTREGA DE INFORMES:

NÚMERO	INFORMES	MES
1	Informe técnico y financiero integral de avance del proyecto de investigación	12
1	Informe técnico y financiero de avance para cada joven investigador e innovador vinculado a la fecha.	12
1	Informe técnico y financiero integral final del proyecto	Dentro del mes siguiente a la finalización del contrato
1	Informe técnico y financiero final para cada joven investigador e innovador.	Dentro del mes siguiente a la finalización del contrato

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA. - SUPERVISIÓN: La supervisión del contrato estará a cargo del señor Yesid Ojeda Papagayo, Contratista de Minciencias y/o quien haga sus veces.

PARÁGRAFO I: En desarrollo de su función, el supervisor cumplirá, en especial lo siguiente:

1. Atender el desarrollo de la ejecución del contrato.
2. Comunicar de manera oportuna al FONDO y a la Secretaría General de MINCIENCIAS, las circunstancias que afecten el normal desarrollo del contrato, especialmente sobre la ocurrencia de hechos constitutivos de mora o incumplimiento por parte de las entidades firmantes del contrato.
3. Elaborar técnica y oportunamente las comunicaciones requeridas para el cumplimiento y eficaz ejecución del contrato.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

4. En caso de que se exija en el presente documento garantía a LA ENTIDAD EJECUTORA, velar porque la misma se mantenga vigente durante la vigencia del contrato y sus prórrogas si las tuviere, en los términos pactados para cada uno de los riesgos.
5. Informar al FONDO a través de la Dirección de Administrativa y Financiera el cambio de la cuenta bancaria registrada por LA ENTIDAD EJECUTORA.
6. Expedir las certificaciones de ejecución y cumplimiento del contrato solicitadas.
7. Llevar estricto control administrativo, financiero, contable y legal del contrato.

PARÁGRAFO II.-En cualquier momento de la ejecución del contrato, MINCIENCIAS, podrá designar apoyo a la supervisión del contrato, para lo cual, LA ENTIDAD EJECUTORA se compromete a permitir que la supervisión y/o su apoyo ejerzan las atribuciones que se desprenden de éstas. **PARÁGRAFO III:** El supervisor de MINCIENCIAS, podrá ser modificado a través de designación por la Dirección General de MINCIENCIAS y comunicada al FONDO por la Secretaría General de MINCIENCIAS, la cual hará parte integral del presente contrato. **PARÁGRAFO IV:** En ningún caso el supervisor goza de la facultad de modificar el contenido y alcance del objeto contractual establecido por MINCIENCIAS y las partes, ni de eximir, a ninguno de ellos, de sus obligaciones y responsabilidades. **PARÁGRAFO V:** El supervisor está facultado para solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución contractual, y será responsable por mantener informada a la entidad de los hechos o circunstancias que puedan constituir actos de corrupción tipificados como conductas punibles, o que puedan poner o pongan en riesgo el cumplimiento del contrato, o cuando tal incumplimiento se presente.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA - PRODUCTOS ESPERADOS: Se deberán alcanzar los productos descritos a continuación de acuerdo con:

A. PRODUCTOS ESPERADOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Generación de Nuevo Conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Artículo original en revista indexada categoría B	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo de la proyección de la cadena logística, y Seguridad Operacional, relacionado con el uso de Biocombustibles en el Sector Aeronáutico	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

Artículo original en revista indexada categoría A2	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo aspectos relacionados a las mezclas, propiedades y desarrollo de combustibles renovables	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Artículo original en revista indexada categoría A1	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo con sistema de control completo incluye modelado, simulación y resultados experimentales.	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Desarrollo Tecnológico e Innovación

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Consultorías científico- tecnológicas e informes técnicos finales: Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Documento o informe que valide la consultoría realizada y/o los informes técnicos realizados en el marco del proyecto.	Concepto Técnico para determinación de criterios hacia futura certificación de Mezclas de Biocombustibles	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Productos tecnológicos certificados o validados: Planta piloto	Certificación de registro aprobada por la institución otorgante, o copia de contratos de desarrollo para el caso de planta piloto	Banco de pruebas en laboratorio para procesos de desoxigenación de biomasa para producción de combustibles renovables	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Apropiación Social del Conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
------------------	----------	-------------	----------	--------------

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

Eventos Científicos: Participación en eventos científicos, presentando los resultados de la investigación.	Certificado como de participación en calidad de poster y soporte del trabajo presentado (memorias, programa de los eventos).	Participación en eventos de tipo científico tecnológico	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Eventos Científicos: Organización de eventos especializados.	Certificación de la organización y realización de eventos científicos tales como workshops, simposios y congresos	Organización de evento científico para difusión y socialización de resultados obtenidos del proceso de investigación	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Formación de Recurso Humano

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Formación Estudiante de pregrado	Documento que certifica que el trabajo de grado realizado por el estudiante de pregrado en el marco del proyecto y el acta de grado	Formación de estudiantes de Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico	2	Comunidad académica de la alianza
Vinculación de Estudiante de maestría	Documento que certifica que el trabajo de grado se realiza en el marco del proyecto, emitido por la autoridad en investigación de la institución educativa e informe de actividades realizadas.	Vinculación de estudiantes de maestría de la ECCI en el marco del proyecto	2	Comunidad académica de la alianza

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

Vinculación de Estudiante de maestría	Documento que certifica que el trabajo de grado se realiza en el marco del proyecto, emitido por la autoridad en investigación de la institución educativa e informe de actividades realizadas.	Vinculación de estudiantes de maestría en Logística Aeroespacial en el marco del proyecto	2	Comunidad académica de la alianza
---------------------------------------	---	---	---	-----------------------------------

B. PRODUCTOS ESPERADOS JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES

Subtipo Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Autoría o coautoría de artículo de investigación o capítulo en libro resultado de investigación	Artículo en autoría o coautoría en formato de revista indexada con parámetros para ser publicado en una revista categorizada (categorías A1, A2, B o C) o Capítulo en libro resultado de investigación - Capítulo de libro o borrador para ser sometido a evaluación. Este producto será entregado por cada joven investigador e innovador vinculado.	Cada joven investigador e innovador vinculado deberá ser autor o coautor de al menos un artículo de investigación o capítulo de libro	Comunidad académica de la alianza

PARÁGRAFO: Los productos y entregables comprometidos se validarán y reconocerán únicamente para este proyecto, así esos productos o entregables tengan participación parcial de otros proyectos.

CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. GARANTÍAS: LA ENTIDAD EJECUTORA, se compromete, a constituir a favor de FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A - PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACION, FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS con NIT. 830.053.105-3, garantía ante un banco o compañía de seguros legalmente establecida en Colombia, cuya póliza matriz esté aprobada por la Superintendencia Financiera de Colombia, a fin de respaldar el cumplimiento de las obligaciones que surjan de la celebración, ejecución, terminación y liquidación del presente contrato, con el objeto de amparar los siguientes riesgos:

- a) **CUMPLIMIENTO:** Por una cuantía equivalente al veinte por ciento (20%) del valor del contrato, y con vigencia igual al plazo del contrato y seis (6) meses más.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

- b) **SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES:** Garantizar el pago de salarios, prestaciones sociales e indemnizaciones de orden laboral del personal empleado por **LA ENTIDAD EJECUTORA** para el desarrollo del objeto del contrato, por valor equivalente al diez por ciento (10%) del valor del contrato, con una vigencia igual al término de duración del mismo y tres (3) años más.

PARÁGRAFO I: La póliza de que trata la presente cláusula deberá ser a favor de Particulares.

PARÁGRAFO II: La garantía de cumplimiento respectiva que para el efecto expida la compañía aseguradora, deberá ser entregada dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la fecha de suscripción del presente contrato, debidamente firmada en original, junto con el recibo pago de la misma, expedido por la aseguradora. **PARÁGRAFO III:** En caso que se prorrogue el plazo de ejecución del presente contrato o se adicione el valor, **EL CONTRATISTA** se compromete a presentar el certificado de modificación de las garantías de conformidad con el nuevo plazo y/o valor pactado.

PARÁGRAFO IV: EL CONTRATISTA deberá mantener la garantía vigente en los términos expresados en esta cláusula y deberán pagar las primas y cualquiera otra expensa necesaria para constituir, mantenerla, prorrogarla o adicionarla.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA. - PENAL PECUNIARIA: **LA ENTIDAD EJECUTORA** se obliga a pagar a favor del FONDO una suma equivalente al diez por ciento (10%) del valor total del contrato a título de indemnización, por los perjuicios que se ocasionen en caso de incumplimiento en sus obligaciones, agotados los trámites necesarios que garanticen a **LA ENTIDAD EJECUTORA** su derecho de defensa y contradicción. **PARÁGRAFO:** El valor de la cláusula penal pecuniaria a que se refiere la presente cláusula será pagado directamente por **LA ENTIDAD EJECUTORA** a favor del FONDO.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA. - INDEMNIDAD: **LA ENTIDAD EJECUTORA** mantendrá indemne a MINCIENCIAS y al FONDO contra todo reclamo, demanda, acción legal y costo que pueda causarse o surgir por daños o lesiones a personas o propiedades de terceros, ocasionados por aquella, durante la ejecución del objeto del contrato, y, terminado éste, hasta el Acta de Liquidación. En el evento en que **LA ENTIDAD EJECUTORA** no asuman debida y oportunamente la defensa de MINCIENCIAS y el FONDO, éstas podrán hacerlo directamente, previa notificación escrita a **LA ENTIDAD EJECUTORA** y éstas pagarán todos los gastos en que incurran por tal motivo. En caso de que así no lo hiciera EL FONDO tendrá derecho a descontar el valor de tales erogaciones de cualquier suma que adeude **LA ENTIDAD EJECUTORA** o a utilizar cualquier otro mecanismo legal.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉPTIMA. - MÉRITO EJECUTIVO: El presente documento, una vez sea suscrito por las partes, contiene obligaciones claras, expresas y exigibles a cargo de las partes, de acuerdo con el artículo 422 del Código General del Proceso, y por consiguiente, para todos los efectos, presta mérito ejecutivo para exigir el cumplimiento de las obligaciones surgidas en virtud del presente Contrato. Renunciando **LA ENTIDAD EJECUTORA** a los requerimientos legales o privados para ser constituida en mora.

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

CLÁUSULA DÉCIMA OCTAVA. - SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS CONTRACTUALES: Cualquier diferencia que surja entre las partes por la ejecución, interpretación, terminación o liquidación del presente contrato/contrato y en general, sobre los derechos y obligaciones derivados del mismo, durante su etapa precontractual, contractual y post contractual, podrá ser solucionada mediante el mecanismo del arreglo directo, el cual tendrá una duración máxima de treinta (30) días calendario. De no llegarse a un acuerdo, las partes acudirán a la jurisdicción competente para dirimir la controversia. Para los efectos de la presente cláusula, el domicilio principal será en la ciudad de Bogotá D.C.

CLÁUSULA DÉCIMA NOVENA. - EXCLUSIÓN DE RELACIÓN LABORAL: MINCIENCIAS, LA ENTIDAD EJECUTORA y EL FONDO manifiestan que entre estas entidades no existe ningún vínculo de tipo laboral y por tanto ninguna de ellas tendrá relación de trabajo alguna con el personal que la otra parte firmante asigne para el cumplimiento y ejecución de sus obligaciones en este contrato. Por lo anterior, le compete de manera exclusiva a cada una, la responsabilidad del personal que vincule para la ejecución del presente contrato, así como las prestaciones laborales, sociales y la seguridad industrial correspondiente a la actividad que cada una realiza en ejecución del mismo.

CLÁUSULA DÉCIMA VIGÉSIMA. - RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD: No existirá ningún tipo de solidaridad entre las partes del presente contrato, pues cada una responderá por las obligaciones que específicamente asume en virtud del mismo.

CLÁUSULA VIGÉSIMA PRIMERA. - SARLAFT: LA ENTIDAD EJECUTORA manifiesta que la información aportada verbalmente y por escrito, relacionada con el Sistema para la Administración del Riesgo del Lavado de Activos y Financiación del Terrorismo -SARLAFT es veraz y verificable, y se obliga de acuerdo con las Circular Básica Jurídica de la Superintendencia Financiera de Colombia a:

Actualizar una vez al año, la documentación e información aportada que exige FIDUPREVISORA S.A. para el conocimiento del cliente, dando cumplimiento a las disposiciones contenidas tanto en el Manual SARLAFT de FIDUPREVISORA S.A. y las Circulares de la Superintendencia Financiera de Colombia expedidas con posterioridad a la entrada en vigencia del referido Manual; así como todos los demás documentos e información que FIDUPREVISORA S.A. estime pertinentes.

Suministrar los soportes documentales en los que se verifique la veracidad de la información suministrada.

PARÁGRAFO: El incumplimiento por parte de LA ENTIDAD EJECUTORA de lo establecido en esta cláusula, dará lugar a la terminación anticipada del presente contrato.

CLÁUSULA VIGÉSIMA SEGUNDA.- RECUPERACIÓN CONTINGENTE: En esta modalidad de contratación destinada a financiar actividades de ciencia, tecnología e innovación, la obligación de

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

pago del capital e intereses de los recursos que fueron entregados por la entidad contratante (EL FONDO) a la ENTIDAD EJECUTORA sólo surge cuando se haya configurado un incumplimiento de alguna de sus obligaciones por parte de dicha entidad, para lo cual, el FONDO, previa instrucción de MINCIENCIAS, exigirá el reintegro del capital dado en calidad de apoyo económico, más los intereses bancarios corrientes causados desde la fecha del desembolso, a las tasas vigentes en el momento de la restitución, previo agotamiento de los trámites necesarios que garanticen a la ENTIDAD EJECUTORA su derecho de defensa y contradicción

CLÁUSULA VIGÉSIMA TERCERA. - CAUSALES DE TERMINACIÓN: Este Contrato se podrá dar por terminado por la ocurrencia de uno de los siguientes eventos:

1. Por mutuo acuerdo entre las partes.
2. Por cumplimiento del plazo pactado, si este no fuere prorrogado previamente.
3. Por más de un incumplimiento de LA ENTIDAD EJECUTORA en la ejecución de cualquiera de las obligaciones a su cargo. Para el efecto, la Supervisión informará por escrito a LA ENTIDAD EJECUTORA una vez tenga conocimiento del incumplimiento en los términos establecidos en esta causal. LA ENTIDAD EJECUTORA, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la fecha de recibo del requerimiento de los Supervisores, deberá emitir una respuesta, fundamentando las razones de su desacuerdo, sobre la cual se emitirá certificación por parte de los Supervisores en la que conste verificación de los hechos u omisiones constitutivos de(los) mismo(s). Lo anterior, sin perjuicio que EL FONDO pueda adelantar las acciones pertinentes ante la jurisdicción competente cuando así se requiera.
4. Por fuerza mayor o caso fortuito.
5. Por cumplimiento del objeto contractual.
6. Por muerte, si es personal natural, o por disolución de la persona jurídica de LA ENTIDAD EJECUTORA.
7. Los demás casos previstos en la Ley.

CLÁUSULA VIGÉSIMA CUARTA. - LIQUIDACIÓN: Una vez culminado el plazo de ejecución del contrato o cumplido el objeto del mismo o en el evento de presentarse alguna de las causales consignadas en la cláusula anterior, se procederá a su liquidación, previa instrucción de MINCIENCIAS, de conformidad a lo estipulado en la ley, lo cual deberá constar en acta debidamente suscrita por las partes.

PARÁGRAFO: Si transcurridos 15 días hábiles contados a partir del envío de la minuta de liquidación para firma de LA ENTIDAD EJECUTORA, no se lograra perfeccionar el trámite de liquidación bilateral, y al no presentarse saldos a reintegrar a favor del FONDO y/o saldos por pagar a favor de LA ENTIDAD EJECUTORA, y una vez culminado el plazo de ejecución del contrato o cumplido el objeto del mismo o en el evento de presentarse alguna de las causales consignadas en la cláusula anterior, se procederá al cierre financiero y contable del contrato de acuerdo a lo establecido en el Manual Operativo

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

del negocio fiduciario, lo cual deberá constar en un Acta debidamente suscrita por el FONDO y el supervisor y/o interventor del contrato.

CLÁUSULA VIGÉSIMA QUINTA. - REINTEGRO: La ENTIDAD EJECUTORA reintegrará al FONDO los recursos recibidos que no fueron ejecutados ni aprobados (no reconocidos) en la ejecución del contrato, de conformidad con el informe final de supervisión de contrato y/o contrato de CTel, cuya obligación quedará plasmada en el acta de liquidación. La ENTIDAD EJECUTORA acepta que el acta de liquidación presta mérito ejecutivo, y renuncian a toda clase de requerimientos para ser constituida en mora acerca de las obligaciones allí establecidas. **PARÁGRAFO:** EL FONDO, mediante comunicación escrita dirigida a la ENTIDAD EJECUTORA, requerirá el reintegro de los recursos recibidos que no fueron ejecutados ni aprobados (no reconocidos), adjuntando la respectiva liquidación, previa instrucción de MINCIENCIAS. Si dentro de los treinta (30) días hábiles siguientes a la fecha de la comunicación mencionada no se ha realizado el reintegro de los recursos, se procederá con los trámites pertinentes del cobro prejudicial y/o judicial

CLÁUSULA VIGÉSIMA SEXTA. - PROPIEDAD INTELECTUAL: La propiedad intelectual del presente contrato estará establecida de conformidad con lo indicado artículo 169 de la ley 1955 de 2019.

CLÁUSULA VIGÉSIMA SÉPTIMA. - CONFIDENCIALIDAD: Las partes se obligan recíprocamente a no divulgar y mantener bajo reserva, en calidad de información confidencial, la información que sea suministrada o que conozca directamente, en desarrollo del presente proyecto, y, a no darle destinación diferente a la requerida para la ejecución del mismo. En tal sentido, EL FONDO y LA ENTIDAD EJECUTORA están obligadas a observar la misma reserva y cuidado que utilizan para mantener su propia información.

CLÁUSULA VIGÉSIMA OCTAVA. - PRÓRROGAS, ADICIONES Y MODIFICACIONES: En caso de ser necesario adicionar el valor de los aportes del contrato y/o prorrogar su plazo de ejecución o realizar cualquier modificación a su texto, deben realizarse con mínimo tres (3) meses de antelación a la fecha de finalización del contrato.

CLÁUSULA VIGÉSIMA NOVENA. - CESIÓN: Este contrato no podrá cederse ni en todo, ni en parte sin el previo consentimiento expreso y por escrito de MINCIENCIAS quien se reserva las razones que tenga para negar la autorización de la cesión. **PARÁGRAFO:** Vencido el plazo de ejecución del Contrato de Fiducia Mercantil No 661 de 2018 entre MINCIENCIAS y la Fiduciaria LA PREVISORA S.A. y previa instrucción del Fideicomitente, EL FONDO cederá su posición contractual en el presente contrato derivado, a quien este designe. LA ENTIDAD EJECUTORA, manifiesta su conocimiento y aceptación de lo anterior, con la firma del presente documento.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA. - INHABILIDADES E INCOMPATIBILIDADES: Los representantes legales de las partes manifiestan bajo la gravedad del juramento que ni ellos ni las entidades que representan

**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

están incurso en causal de inhabilidad o de incompatibilidad. La inexactitud sobre ésta afirmación constituirá causal de incumplimiento y dará derecho a las partes para dar por terminado el presente contrato en el momento en que se verifique tal inexactitud. Se deja constancia que para la fecha de firma del presente contrato se ha consultado el "Boletín de Responsables Fiscales" vigente, con base en lo ordenado por la Ley 610 de 2000, y que no se encontró a las entidades firmantes del contrato o a los representantes legales de las mismas.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA PRIMERA. - RÉGIMEN JURÍDICO: El contrato se rige por las normas civiles, comerciales y las disposiciones especiales vigentes sobre financiamiento de actividades de ciencia y tecnología, en particular las consagradas por la Ley 1286 de 2009.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA SEGUNDA. - DOCUMENTOS DEL CONTRATO: Forman parte del presente Contrato los siguientes documentos:

1. El oficio de solicitud de elaboración del contrato suscrito por el Director de Inteligencia de Recursos de la CTel de Minciencias.
2. Memorando de instrucción suscrito por el Contratista de la Dirección de Generación de Conocimiento de Minciencias.
3. El proyecto registrado en el SIGP.
4. Certificación de Disponibilidad de Recursos.
5. Resolución No. 0706 de 2020 Banco Adicional de Propuestas Financiables.
6. Términos de Referencia de la Convocatoria 852 de 2019 "*Convocatoria conectando conocimiento 2019*"
7. Proyecto presentado a la convocatoria.
8. Certificado de Existencia y Representación Legal de LA ENTIDAD EJECUTORA.
9. Fotocopia de la cédula de ciudadanía del Representante Legal de LA ENTIDAD EJECUTORA.
10. Certificado de aportes parafiscales.
11. Registro Único Tributario.
12. Documentos para la legalización del contrato.
13. Otrosíes de prórroga, modificación y/o adición que se suscriban.
14. Informes de supervisión.
15. Acta de liquidación del contrato y/o acta de cierre contable y financiero que se suscriban.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA TERCERA. - GASTOS: Todos los gastos que se deriven del presente contrato serán asumidos por LA ENTIDAD EJECUTORA.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA CUARTA. - LUGAR DE EJECUCIÓN: El presente contrato se ejecutará en Cundinamarca - Madrid.



**CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. 80740-728-2020
CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO
VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA
UNIVERSIDAD ECCI**

CLÁUSULA TRIGÉSIMA QUINTA. - REQUISITOS DE PERFECCIONAMIENTO Y EJECUCIÓN: El contrato queda perfeccionado con la firma de las partes contratantes y para su ejecución se requiere de la aprobación de la garantía por parte del Fondo y el primer desembolso. **PARÁGRAFO I:** LA ENTIDAD EJECUTORA tendrá un plazo de quince (15) días hábiles contados a partir del recibo de la minuta para suscribirla y allegar al FONDO la documentación requerida, vencido este término sin cumplir este requisito se entenderá que LA ENTIDAD EJECUTORA renuncia a su ejecución. **PARÁGRAFO II:** No podrá iniciarse el plazo de ejecución del contrato sin el cumplimiento de los requisitos íntegros de perfeccionamiento y ejecución.

CLÁUSULA TRIGÉSIMA SEXTA. – DOMICILIO: Las notificaciones, comunicaciones y correspondencia entre las partes se enviarán a las siguientes direcciones: 1) **MINCIENCIAS:** Avenida Calle 26 No. 57 – 41, Torre 8, Piso 2, Fax: 6251788 - PBX 6258480, Bogotá, D.C.; 2) **LA ENTIDAD EJECUTORA:** Carrera 19 N° 49-20 en Bogotá D.C., Teléfono: (+571) 3537171 ext. 104; 3) **EL FONDO:** Calle 72 No 10-03, Primer Piso, Oficina 105, Centro de Recursos de Información (CRI), teléfono 5945111, en la ciudad de Bogotá, D.C.

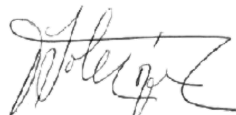
CLÁUSULA TRIGÉSIMA SÉPTIMA. - MANIFESTACIÓN: Las partes manifiestan libremente que han procedido a la lectura total y cuidadosa del texto del presente contrato, por lo que, en consecuencia, se obligan a todo lo consignado y manifestado.

Para constancia se firma a los

EL FONDO

LA ENTIDAD EJECUTORA

HERNÁN DARIO VARGAS SÁNCHEZ
Apoderado General
**FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. ACTUANDO
COMO VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL PATRI-
MONIO AUTÓNOMO DENOMINADO FONDO NA-
CIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA,
LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN – FONDO
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**


FERNANDO ARTURO SOLER LÓPEZ
Rector y Representante Legal
UNIVERSIDAD ECCI

Revisó: Hernán Darío Vargas Sánchez
Elaboró: Gloria Blanco



Ardila Diaz Martha Eugenia

De: Vargas Sanchez Hernan Dario
Enviado el: lunes, 9 de noviembre de 2020 11:29 a. m.
Para: Ardila Diaz Martha Eugenia
Asunto: RE: MINUTA CONTRATO No. 728-2020 PARA FIRMA

Cordial saludo:

En atención a la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y en atención a las decisiones adoptadas por el Gobierno Local y el Gobierno Nacional, respectivamente, en el sentido de decretar el aislamiento preventivo obligatorio de todas las personas habitantes de la Republica de Colombia, por medio del presente correo electrónico, Fiduciaria la Previsora S.A., vocera y administradora del FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, manifiesta expresamente la aceptación íntegra del contenido del contrato remitido, aceptando todas y cada una de sus estipulaciones y desde luego, aceptando todos sus efectos legales. Así las cosas, debe entenderse este correo electrónico como la firma del documento remitido y, por ende, este documento hará parte integral del contrato.

Cordialmente,

Hernán Darío Vargas Sánchez
Coordinador Jurídico
PAP FIDUPREVISORA S.A.
FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO
PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN –
FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Vicepresidencia de Administración Fiduciaria

{fiduprevisora)

Calle 72 No. 10-03
☎ (571) 756-6633 Ext. 32301
Bogotá, Colombia
www.fiduprevisora.com.co

🐦 @Fiduprevisora 📘 Fiduprevisora s.a



De: Ardila Diaz Martha Eugenia
Enviado el: lunes, 9 de noviembre de 2020 11:27 a. m.
Para: Vargas Sanchez Hernan Dario <t_hvargas@fiduprevisora.com.co>
Asunto: MINUTA CONTRATO No. 728-2020 PARA FIRMA

Buenos días:

De manera atenta y una vez realizada la revisión de la minuta, me permito indicar que el documento no presenta errores o inconsistencias, por lo tanto, es procedente continuar el trámite de su firma.

Es de anotar que se procedió también a verificar la existencia del correspondiente certificado de la unidad de Vinculados para la entidad y/o persona a contratar

Agradezco remitir el documento firmado o con su correspondiente nota para continuar con los trámites pertinentes.

Cordial Saludo,

MARTHA ARDILA DIAZ

Profesional Jurídico

PA FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - MINCIENCIAS

Teléfono: 7566633 extensión 32318

Bogotá, Colombia



www.fiduprevisora.com.co



Por favor considere su responsabilidad ambiental antes de imprimir este correo electrónico

MEMORANDO



20201670229493

DIRGCI

Bogotá, D.C., 13-08-2020

PARA: **SANDRA PAOLA LAVERDE**

Dirección de Inteligencia de Recursos de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

DE: **Área de Ingeniería- Dirección de Inteligencia de Recursos de la CTel**

ASUNTO: SOLICITUD DE ELABORACION DE CONTRATO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE POR EL FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS / PROYECTO CD 1346-852-72078– MGI Id: 7114

De acuerdo con los resultados de la Convocatoria No 852-2019 y el banco adicional de propuestas financiables publicado mediante Resolución No. 0706 del 04 de agosto de 2020.

Solicitamos la elaboración de un contrato de recuperación contingente según los términos descritos a continuación:

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) ENTIDAD(ES)

I. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) ENTIDAD(ES)

EJECUTORA

Nombre de la entidad:	UNIVERSIDAD ECCI
Nit de la entidad:	860401496-0
Nombre del representante legal:	FERNANDO ARTURO SOLER LOPEZ
Documento de identificación del representante legal:	CÉDULA DE CIUDADANÍA: 19.056.999 DE DUITAMA, BOYACÁ
Dirección y ciudad de la entidad:	Carrera 19 No. 49-20, Bogotá
Teléfono de la entidad:	(+571) 3537171 ext 104
FAX de la entidad:	(+571) 3537171 ext 104

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Título:	Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas
Código:	1346-852-72078
Investigador principal:	VLADIMIR SILVA LEAL

II. OBJETO DEL CONTRATO.

Otorgar apoyo económico a la entidad ejecutora en la modalidad de contrato de recuperación contingente, para la financiación del proyecto: "Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas". Código 1346-852-72078.

III. OBJETIVO GENERAL /OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Objetivo general

Determinar el comportamiento del uso de mezclas de Biocombustibles en Turbinas Aeronáuticas, contemplando variables asociadas al impacto ambiental, soporte logístico, naturaleza de los Biocombustibles, y rendimiento.

2. Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.
2. Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible.
3. Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles.

IV. COMPROMISOS - OBLIGACIONES DE LA ENTIDAD

A) FRENTE AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

LA ENTIDAD EJECUTORA se obliga a desarrollar cabalmente el objetivo general, los objetivos específicos del contrato, y lo establecido en el memorando de solicitud de elaboración del contrato y, en especial a:

1. Cumplir de manera estricta con la entrega de los productos esperados e informes, dispuestos en la propuesta y en el memorando de solicitud de elaboración del contrato, debidamente aprobados por el supervisor.
2. Designar como investigador principal a **VLADIMIR SILVA LEAL** y garantizar su disponibilidad para ejercer la dirección del proyecto. Si por algún motivo se requiere el cambio del investigador principal, debe ser solicitado por el representante legal de la ENTIDAD EJECUTORA, mediante comunicación escrita dirigida al supervisor del contrato, quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato
3. Aportar y obtener los recursos de contrapartida a que hace referencia la cláusula de recursos de contrapartida del presente contrato.
4. Aplicar los recursos del apoyo económico exclusivamente a las actividades del proyecto, en las cuantías y para los rubros aprobados, y solicitar autorización previa al supervisor del contrato para el traslado de recursos de un rubro a otro, que exceda del treinta por ciento (30%) del rubro de destino en el presupuesto del proyecto aprobado. Únicamente podrán someter a evaluación tres (3) solicitudes de cambio de rubro durante el tiempo de ejecución

del proyecto. Se aclara que cada solicitud puede incluir varios cambios de rubro sin que estos comprometan los resultados esperados.

5. Garantizar la dedicación de todos los investigadores y demás personal a las labores del proyecto de acuerdo con lo definido en la propuesta, respetando los términos de referencia de la convocatoria.
6. Garantizar que el Investigador Principal del proyecto verifique que las hojas de vida del personal que se contrate con recursos financiados estén diligenciadas y actualizadas en CvLAC. Además, mantener los perfiles, la dedicación, asignación mensual y tiempo de vinculación que se aprobaron para el desarrollo del proyecto.
7. Cumplir con la entrega de los productos de generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento y formación de recurso humano en la CTel a los que se haya comprometido en la propuesta aprobada.
8. Presentar para la aprobación del supervisor del contrato los informes de seguimiento en los formatos suministrados por MINCIENCIAS, los cuales deberán ser radicados en medio físico y medio magnético en MINCIENCIAS, de la siguiente manera:
 - 8.1 Un informe de avance técnico y financiero que deberá presentarse en el mes DOCE (12) de ejecución del contrato.
 - 8.2 Un informe final técnico y financiero que deberá presentarse dentro del mes siguiente a la finalización del contrato, y deberá cumplir con los productos esperados especificados en el memorando de solicitud de elaboración de contrato.
9. Adoptar criterios de eficiencia, transparencia y economía en la adquisición de bienes o servicios con destino al proyecto, cumpliendo los términos de referencia de la convocatoria 852-2019 “Conectando conocimiento 2019”.
10. Utilizar durante el plazo del presente contrato los bienes adquiridos con recursos del apoyo económico exclusivamente para los fines relacionados con la ejecución de este contrato.
11. Llevar un sistema de contabilidad con los soportes exigidos por la normatividad vigente, que permita verificar el movimiento de los recursos del apoyo económico.
12. Proporcionar toda la información que le sea solicitada por MINCIENCIAS, por el supervisor del contrato, LA FIDUCIARIA o por los organismos de control del Estado en relación con el proyecto.
13. Dar cumplimiento a las disposiciones vigentes en materia de manejo ambiental y obtener los permisos y licencias correspondientes por parte de las autoridades competentes, si a ello hubiere lugar.
14. Destacar en toda publicación, actividad o material divulgativo relacionado con el proyecto y su ejecución, que éste se financia con recursos provenientes del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
15. Dar cumplimiento a sus obligaciones con los sistemas de salud, riesgos laborales, pensiones y aportes parafiscales a que hubiere lugar, de acuerdo con las normas legales vigentes aplicables en la materia.
16. Comunicar oportunamente al supervisor del contrato cualquier cambio de su domicilio.

17. Disponer los recursos necesarios para el mantenimiento eficiente de los equipos financiados con recursos del proyecto; operarlos y mantenerlos de acuerdo con las normas técnicas generalmente aceptadas.
18. Permitir durante el plazo de ejecución del contrato y tres (3) años más, el uso de los equipos adquiridos con recursos del apoyo económico a Grupos de Investigación, Centros e institutos de desarrollo tecnológico e innovación, quienes deberán elevar solicitud por escrito a MINCIENCIAS y a la entidad responsable a efectos de obtener la autorización correspondiente.
19. Los bienes adquiridos con recursos de apoyo económico del presente contrato se utilizarán exclusivamente para la ejecución de este. Así mismo, serán propiedad de la entidad ejecutora a la terminación del contrato.
20. Garantizar que los honorarios o bonificaciones especiales de personal de nómina de tiempo completo de entidades públicas o privadas vinculadas al proyecto no sean financiadas con recursos del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
21. Suscribir los documentos a que haya lugar para la liquidación y/o acta de cierre contable y financiero del contrato.
22. Cumplir con las actividades de transferencia de resultados a la comunidad científica.
23. Las demás obligaciones inherentes a la naturaleza y objeto del presente contrato.
24. Para los fines relacionados con las normas referentes al control y prevención del Riesgo de Lavado de Activos y de la Financiación del terrorismo, contenidas en la circular Básica Jurídica emitida por la Superintendencia Bancaria (Hoy Superintendencia Financiera de Colombia) y las demás que en el futuro la adicionen o modifiquen, LA ENTIDAD EJECUTORA se obliga a entregar información veraz y verificable, y a actualizar sus datos por los menos anualmente, suministrando la totalidad de los soportes documentales e información exigidos por LA FIDUCIARIA al momento de la vinculación y durante el desarrollo del presente contrato.

B. FRENTE A LA VINCULACIÓN DE LOS JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES

1. Vincular a los dos (2) jóvenes investigadores e innovadores que harán uso de la beca pasantía, aprobados en la propuesta y garantizar su disponibilidad para ejercer las actividades y resultados esperados para la ejecución del proyecto, cumpliendo con los términos de referencia de la convocatoria 852-2019.
2. Vincular dentro de los primeros seis (6) meses de ejecución del contrato a los dos (2) jóvenes investigadores e innovadores. Esta vinculación debe ser por un término único de doce (12) meses por cada joven investigador e innovador y por un valor total mínimo de veintinueve millones ochocientos doce mil ciento setenta y seis pesos (\$ 29.812.176) para cada joven investigador e innovador.
3. Garantizar para cada joven investigador e innovador doce (12) pagos mensuales, correspondientes a tres (3) salarios mínimos mensuales legales vigentes del año 2019, es decir, la suma de dos millones cuatrocientos ochenta y cuatro mil trescientos cuarenta y ocho pesos (\$2.484.348) mensuales.
4. Aportar y obtener los recursos de contrapartida para la vinculación de los jóvenes investigadores e innovadores.

5. Garantizar el cumplimiento de las actividades que le sean asignadas a los jóvenes investigadores en el marco de la ejecución del proyecto, y de acuerdo con los planes de actividades definidos.
6. Designar un tutor para cada joven investigador e innovador quien lo acompañará en el desarrollo de las actividades y en la obtención de los resultados esperados. El tutor supervisará el cumplimiento del plan de actividades programadas para cada joven Investigador e Innovador hasta la entrega del informe técnico final y el artículo tipo publicable.
7. Prestar apoyo logístico y operativo a cada joven investigador para que pueda desarrollar los planes de actividades presentados.
8. Si por algún motivo se requiere el cambio de algún joven investigador e innovador, el cambio debe ser solicitado por el investigador principal del proyecto, mediante comunicación escrita dirigida al supervisor del contrato, quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato. Esta solicitud debe estar acompañada de la carta de renuncia del joven investigador e innovador, y certificar que el nuevo candidato cumple con los requisitos establecidos en los términos de referencia de la convocatoria, adjuntando los documentos del nuevo joven investigador e innovador definidos en el anexo 3 de los términos de referencia.
9. Si por algún motivo se requiere el cambio de tutor, debe ser solicitado por el investigador principal del proyecto, mediante comunicación escrita dirigida al supervisor del contrato quien aprobará el cambio solicitado sin requerirse, para tal efecto, una modificación al contrato.
10. Los planes de actividades no podrán ser modificados. Podrán ser ajustados previa autorización del supervisor del contrato.
11. En caso de que se requiera, los jóvenes investigadores e innovadores deberán participar en espacios que convoque MINCIENCIAS para la divulgación de resultados.
12. Presentar para la aprobación del supervisor del contrato los informes de seguimiento de cada joven investigador e innovador en los formatos suministrados por MINCIENCIAS, los cuales deberán ser radicados en medio físico y medio magnético en MINCIENCIAS, de la siguiente manera:
 - 12.1. Un informe de avance técnico y financiero, en el mes doce (12) de ejecución del contrato que dé cuenta del avance de las actividades de CTel desarrolladas y los resultados de investigación obtenidos por cada uno de los jóvenes investigadores e innovadores en el marco de cada proyecto que integra el proyecto.
 - 12.2. Un informe final que deberá presentarse dentro del mes siguiente a la finalización del contrato que contenga:
 - i) Un informe técnico final de las actividades de CTel desarrolladas y los resultados de investigación obtenidos por cada joven investigador e innovador.
 - ii) Cada joven investigador e innovador vinculado debe ser autor o coautor de al menos un artículo de investigación o capítulo de libro.
 - iii) Un informe financiero final (detallado de gastos por rubro y consolidado), en el cual se detalle la ejecución de los recursos aportados para cada joven investigador e innovador.

V. COMPROMISOS - OBLIGACIONES DE MINCIENCIAS

1. Solicitar al FONDO los desembolsos del apoyo económico de acuerdo con lo consignado en el numeral XI "Desembolsos", del presente documento.
2. Efectuar la supervisión del contrato a través de la gestión administrativa, jurídica, técnica y financiera requerida para el cumplimiento del objeto contractual.
3. Las demás que por la naturaleza del presente contrato le correspondan y que garanticen su cabal y oportuna ejecución, considerando que Minciencias actúa como fideicomitente para instruir a la fiduciaria.

VI. COMPROMISOS - OBLIGACIONES DEL FONDO

1. Girar los recursos financieros necesarios, con destino a LA ENTIDAD EJECUTORA, en ejecución del presente contrato, de acuerdo con las instrucciones de MINCIENCIAS.
2. Adelantar los trámites para lograr el cierre financiero y contable del contrato, previa instrucción de MINCIENCIAS.

VII. PRODUCTOS ESPERADOS

A. PRODUCTOS ESPERADOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Generación de Nuevo Conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Artículo original en revista indexada categoría B	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo de la proyección de la cadena logística, y Seguridad Operacional, relacionado con el uso de Biocombustibles en el Sector Aeronáutico	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Artículo original en revista indexada categoría A2	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo aspectos relacionados a las mezclas, propiedades y desarrollo de combustibles renovables	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Artículo original en revista indexada categoría A1	Copia del artículo original aceptado o publicado en revista categorizada o la carta de aceptación del artículo.	Artículo con sistema de control completo incluye modelado, simulación y resultados experimentales.	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Desarrollo Tecnológico e Innovación

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales: Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Documento o informe que valide la consultoría realizada y/o los informes técnicos realizados en el marco del proyecto.	Concepto Técnico para determinación de criterios hacia futura certificación de Mezclas de Biocombustibles	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Productos tecnológicos certificados o validados: Planta piloto	Certificación de registro aprobado por la institución otorgante, o copia de contratos de desarrollo para el caso de planta piloto	Banco de pruebas en laboratorio para procesos de desoxigenación de biomasa para producción de combustibles renovables	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Apropiación Social del Conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Eventos Científicos: Participación en eventos científicos, presentando los resultados de la investigación.	Certificado como de participación en calidad de poster y soporte del trabajo presentado (memorias, programa de los eventos).	Participación en eventos de tipo científico tecnológico	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial
Eventos Científicos: Organización de eventos especializados.	Certificación de la organización y realización de eventos científicos tales como workshops, simposios y congresos	Organización de evento científico para difusión y socialización de resultados obtenidos del proceso de investigación	1	Comunidad académica de la alianza y sector aeronáutico comercial

Formación de Recurso Humano

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Formación Estudiante de pregrado	Documento que certifique el trabajo de grado realizado por el estudiante de pregrado en el marco del proyecto	Formación de estudiantes de Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico	2	Comunidad académica de la alianza

	y el acta de grado.			
Vinculación de Estudiante de maestría	Documento que certifique que el trabajo de grado se realiza en el marco del proyecto, emitido por la autoridad en investigación de la institución educativa e informe de actividades realizadas.	Vinculación de estudiantes de maestría de la ECCI en el marco del proyecto	2	Comunidad académica de la alianza
Vinculación de Estudiante de maestría	Documento que certifique que el trabajo de grado se realiza en el marco del proyecto, emitido por la autoridad en investigación de la institución educativa e informe de actividades realizadas.	Vinculación de estudiantes de maestría en Logística Aeronáutica en el marco del proyecto	2	Comunidad académica de la alianza

B. PRODUCTOS ESPERADOS JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES

Subtipo Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Autoría o coautoría de artículo de investigación o capítulo en libro resultado de investigación	Artículo en autoría o coautoría en formato de revista indexada con parámetros para ser publicado en una revista categorizada (categorías A1, A2, B o C) o Capítulo en libro resultado de investigación - Capítulo de libro o borrador para ser sometido a evaluación. Este producto será entregado por cada joven investigador e innovador vinculado.	Cada joven investigador e innovador vinculado deberá ser autor o coautor de al menos un artículo de investigación o capítulo de libro	Comunidad académica de la alianza

VIII. DURACIÓN DEL CONTRATO E INICIO DE EJECUCIÓN:

Duración: veinticuatro (24) meses a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución.

Requisitos de perfeccionamiento y ejecución: El contrato queda perfeccionado a partir de la firma de las partes y para el inicio de su ejecución requiere la aprobación de la garantía pactada y el primer desembolso.

Inicio de ejecución: A partir del primer desembolso.

IX. CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO CONTRATO

Presupuesto aprobado de la propuesta por fuente de financiación

PROYECTO 72078						
Rubro	Financiado	Contrapartida Entidades				Valor Total
		UNIVERSIDAD ECCI		Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana		
		Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
BIBLIOGRAFÍA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	2.800.000	\$ 2.800.000
EQUIPOS	\$ 50.000.000	\$ -	\$ 40.000.000	\$ -	640.000.000	\$ 730.000.000
EVENTOS ACADÉMICOS	\$ 14.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 14.000.000
MATERIALES E INSUMOS	\$ 54.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	18.000.000	\$ 72.000.000
PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	\$ -	\$ -	\$ 143.180.960	\$ -	81.816.592	\$ 224.997.552
PUBLICACIONES Y PATENTES	\$ 12.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 12.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$ 7.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 7.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	\$119.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	12.500.000	\$ 131.500.000
VIAJES	\$ 15.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 15.000.000
GASTOS DE OPERACIÓN (7%)	\$ 16.199.999	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 16.199.999
SUBTOTAL 1	\$287.199.999	\$ -	\$ 183.180.960	\$ -	755.116.592	\$ 1.225.497.551
JÓVENES INVESTIGADORES	\$ 35.774.611	\$ 23.849.742	\$ -	\$ -	-	\$ 59.624.353
SUBTOTAL 2	\$322.974.610	\$ 23.849.742	\$ 183.180.960	\$ -	755.116.592	\$ 1.285.121.904
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	\$ 8.616.000	\$ -	\$ -	\$ -	-	\$ 8.616.000
TOTAL	\$331.590.610	\$ 23.849.742	\$ 183.180.960	\$ -	755.116.592	\$ 1.293.737.904

El porcentaje del rubro Seguimiento y Evaluación está estipulado en el Componente Presupuestal de los términos de referencia de la Convocatoria 852-2019. Los recursos de este rubro se destinarán a las actividades de seguimiento y evaluación de la ejecución del proyecto/programa por parte de Minciencias y no será desembolsado a la entidad ejecutora, estos recursos se encuentran en el "Fondo Francisco José de Caldas – Convenio No. 404 de 2019.

Apoyo económico Fondo Francisco José de Caldas	\$ 322.974.610
Seguimiento y evaluación	\$ 8.616.000
CONTRAPARTIDA	
UNIVERSIDAD ECCI	\$207.030.702
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	\$755.116.592
TOTAL CONTRAPARTIDA	\$962.147.294
COSTO TOTAL DEL CONTRATO	\$1.293.737.904

X. VALOR DEL CONTRATO: TRESCIENTOS VEINTIDOS MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DIEZ PESOS M/CTE (\$ 322.974.610).

XI. DESEMBOLSOS

DESEMBOLSOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Minciencias a través del Fondo Francisco José de Caldas otorga apoyo económico por la suma de DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE MILLONES CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE (\$ 287.199.999), de acuerdo con el Certificado de Disponibilidad de Recursos - CDR N° 15790, el cual será girado en un (1) desembolso a la UNIVERSIDAD ECCI al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue el plan detallado de trabajo y la respectiva aprobación por parte del supervisor.

NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$ 287.199.999
TOTAL			100%	\$ 287.199.999

DESEMBOLSO JOVEN INVESTIGADOR E INNOVADOR: El Fondo Francisco José de Caldas otorga apoyo económico por la suma de TREINTA Y CINCO MILLONES SETESCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS ONCE PESOS MCTE (\$ 35.774.611) equivalente al 60% de la beca pasantía para la vinculación de los jóvenes investigadores e innovadores, de acuerdo con el Certificado de Disponibilidad de Recursos CDR N° 16107, el cual será girado a la UNIVERSIDAD ECCI al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue el plan detallado de trabajo y la respectiva aprobación por parte del supervisor.

NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$35.774.611
TOTAL			100%	\$35.774.611

RESUMEN

ÚNICO DESEMBOLSO				
NÚMERO DE DESEMBOLSOS	MES Y/O CONDICIÓN	ENTIDAD	PORCENTAJE	MONTO
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$ 287.199.999
1	Al cumplirse los requisitos de perfeccionamiento y legalización del contrato y una vez la ENTIDAD EJECUTORA entregue la documentación requerida para este desembolso	UNIVERSIDAD ECCI	100%	\$35.774.611
TOTAL				\$ 322.974.610

XII. FUENTE DE LOS RECURSOS

Fondo Francisco José de Caldas - FFJC, Convenio Especial de Cooperación 404-2020 para el proyecto de investigación, correspondiente al CDR derivado número 15790-2020 del 13 de agosto de 2020.

Fondo Francisco José de Caldas - FFJC, Convenio Especial de Cooperación 386-2020 para el jóvenes investigadores e innovadores, correspondiente al CDR derivado número 16107-2020 del 26 de septiembre de 2020.

XIII. INFORMES

NÚMERO	INFORMES	MES
1	Informe técnico y financiero integral de avance del proyecto de investigación	12
1	Informe técnico y financiero de avance para cada joven investigador e innovador vinculado a la fecha.	12
1	Informe técnico y financiero integral final del proyecto	Dentro del mes siguiente a la finalización del contrato
1	Informe técnico y financiero final para cada joven investigador e innovador.	Dentro del mes siguiente a la finalización del contrato

XIV. SUPERVISOR

YESID OJEDA PAPAGAYO.

XV. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO

CUNDINAMARCA-MADRID

XVI. INFORMACIÓN DEL CONTACTO

Datos	(ECCI)	Investigador principal	(Contacto Minciencias)	(Supervisor)
Cargo	Rector	Investigador principal	Contratista	Asesor
Nombre	Fernando Arturo Soler Lopez	Vladimir Silva Leal	Diego Tibocha Guzmán	Yesid Ojeda Papagayo
Email	rectoria@ecci.edu.co	vsilval@ecci.edu.co	datibocha@minciencias.gov.co	yojeda@minciencias.gov.co
Teléfono	(1) 3537171	300 3922142	Tel: 6258480 Ext: 4731	Tel: 6258480 Ext: 4800

XVII. CONDICIONES ADICIONALES

1. Este contrato se suscribirá únicamente con la entidad ejecutora (aplica cuando hay entidades co-ejecutoras).
2. El proyecto registrado en el SIGP, el memorando de elaboración del contrato y los términos de referencia de la convocatoria 852-2019 hacen parte integral del contrato.
3. Las solicitudes de prórroga al contrato deben realizarse con mínimo tres (3) meses de antelación a la fecha de finalización del contrato.
4. Los productos y entregables comprometidos se validarán y reconocerán únicamente para este proyecto, así esos productos o entregables tengan participación parcial de otros proyectos.

NOTA: Los recursos para el financiamiento del proyecto por parte de MINCIENCIAS se encuentran disponibles en el FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FRANCISCO JOSE DE CALDAS. Los rubros asociados a gastos de operación no podrán superar en su etapa de ejecución el porcentaje establecido en los términos de referencia de la convocatoria 852-2019



YESID OJEDA PAPAGAYO
Dirección de Generación de Conocimiento

Elaboró: Diego Tibocha/ Contratista/ Dirección de Inteligencia de Recursos de la CTel
Aprobó: Yesid Ojeda/ Dirección de Generación de Conocimiento

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA / PROYECTO
1.1 Información General

Programa ☐	Proyecto ☒	Tipo de informe: Parcial ☐ Final ☒	Informe No. 3 de 3
Título	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS DE BIOCOMBUSTIBLES COLOMBIANOS EN TURBINAS AERONÁUTICAS		
Código	72078		
Número de la convocatoria	852-2019 CONVOCATORIA DE PROYECTOS CONECTANDO CONOCIMIENTO 2019		
Número de contrato	728 - 2020		
Programa Nacional o área de Minciencias al cual se encuentra adscrito el proyecto	PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA		
Nombre del investigador principal	VLADIMIR SILVA LEAL		
Nombre del doctor que realiza la estancia posdoctoral	N. A.		
Entidades ejecutoras y beneficiarias	UNIVERSIDAD ECCI - ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉROESPACIAL COLOMBIANA		
Fecha de inicio del programa/proyecto	26 de noviembre de 2020		
Fecha de entrega del informe	28 de febrero de 2024		
Ciudad/País	Bogotá D.C./ Colombia		

2. TABLA DE CONTENIDO

1. Identificación del proyecto
2. Tabla de contenido
3. Resumen
4. Sinopsis técnica
5. Cumplimiento de objetivos
 - 5.1 Cumplimiento objetivo general
 - 5.2 Cumplimiento objetivos específicos
6. Descripción de otros resultados obtenidos
7. Resultados adicionales
8. Cumplimiento de la metodología
9. Cronograma de ejecución a la fecha, dificultades y plan de contingencia
10. Proyección de los resultados obtenidos frente a los impactos registrados en el proyecto.
11. Aspectos financieros
12. Discusión y análisis
13. Conclusiones
14. Siglas y abreviaturas
15. Referencias bibliográficas
16. Lista de Anexos

3. RESUMEN

Desde una perspectiva global, la industria del transporte ha focalizado sus esfuerzos en mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), priorizando la transición de combustibles fósiles a biocarburantes. Durante más de una década, se ha producido comercialmente Biodiesel y Bioetanol para vehículos terrestres, mientras que el sector aeronáutico ha identificado una oportunidad sustancial, considerando que las emisiones globales de GEI podrían reducirse hasta en un 3.5%. En el primer semestre de 2019, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) llevó a cabo pruebas pioneras en turbinas aeronáuticas, incorporando mezclas de hasta el 50% de Biodiesel y Jet A1, obteniendo resultados preliminares satisfactorios en rendimiento y disminución de GEI. La evaluación para la eventual sustitución de combustibles fósiles se enfoca en la renovabilidad, sostenibilidad ambiental, eficiencia energética comparable, y la correspondencia con estándares físico-químicos y funcionales. Para lograr la adopción comercial de biocombustibles en la aviación, se deben abordar desafíos químicos, de ingeniería y procesos logísticos, asegurando similitud en rendimiento, disponibilidad a costos razonables, manejo fiable y competitividad de producción. El proyecto, respaldado por la Universidad ECCI y la FAC, se centra en aspectos de sostenibilidad ambiental, cambio climático y producción sostenible de biocombustibles, con la adaptación del banco de pruebas A/M37T-2 para ensayos con biocombustibles. Las actividades realizadas incluyen la puesta a punto y modernización del banco A/M37T-21 para operar con el motor PT6A-61, así como pruebas experimentales con el motor turborreactor Teledyne Continental Aviation and Engineering-CAE J69, utilizado en aeronaves militares. Estas iniciativas representan avances significativos hacia la integración de biocombustibles sostenibles en la aviación militar colombiana, destacando la importancia de la ingeniería aeronáutica en la consecución de objetivos medioambientales y tecnológicos en la industria aeroespacial.

4. SINOPSIS TÉCNICA

En el contexto de la convocatoria **852-2019 “Convocatoria de proyectos conectando conocimiento 2019”**, la colaboración entre la Universidad ECCI y la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) culminó en el proyecto ***“Evaluación del comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas”***, respaldado financieramente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este estudio de vanguardia tuvo como objetivo principal determinar el desempeño de mezclas de biocombustibles en turbinas aeronáuticas, abordando aspectos críticos relacionados con el impacto ambiental, logística, naturaleza de los biocombustibles y eficiencia operativa. Los tres objetivos específicos abordaron la evaluación del impacto en el rendimiento de las turbinas, la cuantificación del impacto ambiental en la operación con biocombustibles y la evaluación de dicho impacto en motores específicos de tecnologías J69 y PT6. La implementación del proyecto se estructuró en cinco frentes de trabajo especializados. El **Frente N°1** centró sus esfuerzos en la fabricación de una planta piloto, la caracterización fisicoquímica de los biocombustibles y la mezcla con combustible convencional de aviación. El **Frente N°2** llevó a cabo pruebas experimentales en motores aeronáuticos, simulación computacional y evaluación del impacto mecánico derivado de las pruebas. La modernización e instrumentación del banco de pruebas AMT-37 fue responsabilidad del **Frente N°3**, mientras que el **Frente N°4** asumió la tarea de evaluar el impacto ambiental en todas las fases, desde el cultivo hasta la aplicación en motores aeronáuticos. El **Frente N°5** se ocupó de evaluar y proyectar la cadena de suministro de mezclas de biocombustible en el sector aeronáutico militar, proporcionando soporte logístico y operacional, y estableciendo una hoja de ruta para el ***Sustainable Aviation Fuel (SAF)*** en Colombia. Este proyecto, culminado con éxito, representa un avance significativo en la integración de biocombustibles sostenibles en la aviación militar colombiana, consolidando así la adopción de prácticas más amigables con el medio ambiente en el sector aeroespacial.

5. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

5.1. Cumplimiento del objetivo general

OBJETIVO GENERAL:	Determinar el comportamiento del uso de mezclas de biocombustibles en turbinas aeronáuticas, contemplando variables asociadas al impacto ambiental, soporte logístico, naturaleza de los biocombustibles y rendimiento.		% de cumplimiento:	100%
RESULTADO OBTENIDO	ANEXO SOPORTE DEL DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	DIFICULTADES	OBSERVACIONES	
Principales resultados objetivo N°1 (Evaluar el impacto de las mezclas biocombustibles en el rendimiento de las turbinas). Se logró la ejecución de las actividades propuestas en los frentes 1, 2 y 3, se ha alcanzado el cumplimiento del objetivo número 1. Se realizó la fabricación de la planta piloto y la caracterización fisicoquímica de los biocombustibles, y la realización de mezclas de biocombustibles con combustible convencional de aviación. Simultáneamente, se ha llevado a cabo pruebas experimentales en motores aeronáuticos, específicamente en tecnologías J69 y PT6, evaluando el impacto	Anexo N° 1 Contrato 728 – 2020 Anexo N° 2 Formulario del Proyecto Código 72078		Las actividades detalladas en el plan de trabajo han permitido un cumplimiento de los objetivos específicos 1, 2 y 3 del proyecto, centrado en evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas aeronáuticas.	

de las mezclas en el rendimiento y realizando simulaciones computacionales para comprender el comportamiento de los motores. Se ha realizado la modernización e instrumentación del banco de pruebas AMT-37, proporcionando las condiciones necesarias para la prueba del motor turboprop PT6A-61. Estos resultados fueron importantes en la evaluación del uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas militares.

Principales resultados objetivo N° 2 (Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de biocombustible).

El cumplimiento del objetivo número 2 del proyecto se materializó a través del análisis del impacto ambiental en todas las etapas de operación de biocombustibles, desempeñó un papel esencial en la evaluación exhaustiva de las emisiones y el efecto de las mezclas utilizadas en motores aeronáuticos. Desde la etapa inicial de cultivo hasta la aplicación en motores, se realizó una evaluación metódica, considerando la influencia en la huella de carbono y el ciclo de vida de los biocombustibles. La revisión detallada del impacto ambiental permitió identificar áreas de mejora y establecer parámetros para garantizar que el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas no solo fuera eficiente

Anexo N° 3 Plan operativo

Anexo N° 4 Actualización de tabla presupuesto con modificaciones sobre rubro para prorroga de Contrato 7287-2020

Anexo N° 5
Oficio # 20221860496551 con la aprobación de cambio de rubro # 2 del contrato 728-2020 "Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas"

Desde la revisión del estado del arte sobre aditivos para mejorar la estabilidad de las mezclas hasta la implementación de modelos numéricos para comprender el comportamiento de la hélice del motor PT6A-61, cada actividad ha contribuido de manera significativa a la comprensión y optimización de las mezclas biocombustibles.

El estudio de biocombustibles certificados, la construcción de una planta piloto para la producción de bioqueroseno, la puesta a punto del banco de ensayo AMT37 y la implementación de sistemas de control de aceleración electrónicos han proporcionado una base sólida para la evaluación de rendimiento mecánico y energético de las turbinas.

La realización de pruebas comparativas en sitio, la aplicación de modelos termodinámicos y el análisis detallado de las emisiones y el impacto mecánico brindaron información valiosa para concluir sobre la idoneidad de las mezclas de biocombustibles.

en términos de rendimiento, sino también sostenible desde una perspectiva ambiental. Estos resultados han contribuido en un aporte significativo al avance de prácticas a tener en cuenta y que sean más respetuosas con el medio ambiente en el sector de la aviación militar colombiana.

**Principales resultados objetivo N° 3
(Caracterizar la cadena de suministro
requerida para la operación aérea con
mezclas de Biocombustibles).**

Se realizó la evaluación y proyección en la cadena de suministro para el uso de mezclas de biocombustible en el sector aeronáutico militar de Colombia, desempeñó un papel crucial en la integración hacia la proyección en el uso de *Sustainable Aviation Fuel (SAF)*. La evaluación de biocombustibles transesterificados como los biodiesel de palma y de palmiste abarcó aspectos logísticos y operacionales, garantizando la viabilidad y eficiencia en el suministro de biocombustibles para la aviación militar. No solo brindó soporte logístico necesario, sino que también contribuyó en la propuesta un modelo de optimización hacia la implementación de una hoja de ruta para el combustible sostenible de aviación en Colombia, estableciendo así las bases para la adopción sistemática de SAF en el sector aeroespacial del país. Estos esfuerzos han consolidado una transición significativa hacia combustibles más sostenibles y respaldan el compromiso continuo con prácticas ambientales responsables en la industria aeronáutica colombiana.

Anexo N° 6
Respuesta solicitud de
homologación productos Cto
728-2020

Anexo N° 7
"Evaluación del
comportamiento de mezclas de
Biocombustibles Colombianos
en Turbinas aeronáuticas" Cod
1346-852-72078 Cto 728-2020.
Respuesta solicitud de
homologación productos # 2.

El proyecto combinando investigaciones teóricas y experimentales con simulación computacional, ha sentado las bases para decisiones informadas sobre el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas, cumpliendo con el objetivo establecido.

Relación de productos estipulados en el contrato (obligatorios) cumplidos al 100%

Producto	Producto	Anexo correspondiente	Nombre producto	Categoría
Generación de nuevo conocimiento	Artículo original revista indexada categoría A1	Anexo_108_Articulo_A1_revista_indexada	Diagnosis of Challenges and Uncertainties for Implementation of Sustainable Aviation Fuel (SAF) in Colombia, and Recommendations to Move Forward	Artículo Indexado Q1
	Artículo original revista indexada categoría A2	Anexo_47_Articulo_A2_revista_indexada	Experimental Investigation of the Mechanical and Thermal Behavior of a PT6A-61A Engine Using Mixtures of JETA-1 and Biodiesel	Artículo Indexado Q1
	Artículo original revista indexada categoría B	Anexo_84_Articulo_B_revista_indexada.	Analysis of a Static Mixer for an Aeronautical Test Bench of the Colombian Air Force: a Numerical Study of the Process Variables	Artículo Indexado Q3
Desarrollo tecnológico e innovación	Consultorías científico informes técnicos finales	Anexo_15_Documento_certificacion_biocombustible_aeronautic	Aprobación documento certificación biocombustible aeronáutico colombiano (Certificado OTRI y documento propuesto)	Documento con certificación en metodología biocombustible
	Productos tecnológicos certificados validados	Anexo_79a_Certificado_Planta_Piloto_Hidrotratamiento_Aceites	Planta Piloto de Hidrotratamiento de Aceites Vegetales Batch y a Escala Laboratorio (Certificado OTRI e informe)	Certificación otorgante planta piloto
Apropiación social de conocimiento	Organización científicos Eventos resultados investigación	Anexo_13_Organización_evento_especializados_biocombustible	Evento de socialización / Investigación Interinstitucional en Biocombustibles de Aviación	Organización evento investigación biocombustibles
	Participación científicos Eventos resultados investigación	Anexo_122_Participacion_Evento_Alemania_resultados_investigacion	Economic and Environmental Optimization for Sustainable Aviation Fuels Production in Colombia	Participación evento internacional
Formación del recurso humano	ECCL vinculación estudiante maestría	Anexo_43_Maestria_ECCL_Andres_Santiago_Camargo	Evaluación del impacto térmico y mecánico del uso de biocombustibles en la turbina aeronáutica J-69 operando en banco de pruebas de la FAC.	Tesis Posgrado
	ECCL vinculación estudiante maestría	Anexo_53_Maestria_ECCL_Jose_Luis_Orellano_Lasprilla	Análisis fluido dinámico computacional de un mezclador estático para combustible de aviación jet a-1 y biodiesel	Tesis Posgrado
	EPFAC vinculación estudiante maestría	Anexo_118_Maestria_EPFAC_Edwin_Helbert_Ariza_Bonilla	Identificación de la seguridad operacional durante el uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos	Tesis Posgrado
	EPFAC vinculación estudiante maestría	Anexo_121_Maestria_EPFAC_Leidy_Johanna_Lemus_Cortés	Caracterización de la Logística de Abastecimiento de la Mezcla de Biocombustible de Aviación en la Fuerza Aérea Colombiana	Tesis Posgrado
	ESUFA Formación estudiante pregrado	Anexo_59_Tecnologia_ESUFA_Cesar_Alcala_Daniel_Forero_Miguel_Forero	Diseño del sistema de extinción de fuego para el banco de prueba AM 37 T – 21 para motores PT6A-61	Tesis tecnología
	ESUFA Formación estudiante pregrado	Anexo_60_Tecnologia_ESUFA_Julian_Beltran_Roman_Martinez	Tanque de combustible para el banco de pruebas AM37T21 de motores PT6A-61A.	Tesis tecnología

Formación jóvenes investigadores e innovadores	Primer Joven investigador José Miguel Galindo	Anexo_49_Articulo_Primer_Joven_Investigador_Jose_Miguel_Galindo	Enhancing Performance and Emission Characteristics of Palm Based Biodiesel Blends with Aeronautical Additives: A Comprehensive Analysis in a J69 Aviation Engine	Artículo Indexado B
	Segundo Joven investigador Diego Alejandro Castellanos Proaños	Anexo_75_Articulo_Segundo_Joven_Inves_Diego_Castellanos	Stationary and three-dimensional compressible flow simulation of the J69- T-25A engine combustion chamber	Artículo Indexado Q1

5.2. Cumplimiento de los objetivos específicos

De acuerdo con el plan de trabajo aprobado por la supervisión del contrato, las actividades que hacen parte del **primer objetivo específico** “Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas aeronáuticas” son:

Actividad 1 (A1): Realizar una revisión del estado del arte de la disponibilidad comercial de los diferentes aditivos que mejoren la estabilidad de la mezcla y generen menor impacto sobre los sistemas de almacenamiento y distribución.

Actividad 2 (A2): Estudio de la implementación de diferentes tipos de biocombustibles desarrollados con metodologías ya certificadas que sean potencialmente implementados con biomásas colombianas.

Actividad 3 (A3): Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para las mezclas de biocombustibles y aditivos, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la normatividad internacional, para seleccionar la muestra o posibles muestras a ser utilizadas en las pruebas de desempeño en las turbinas.

Actividad 4 (A4): Realizar un estudio de las etapas del proceso global de hidrotratamiento de aceites para la producción de bioqueroseno de aviación en función de la estructura catalítica y de la temperatura de reacción. Diseño y construcción de planta piloto.

Actividad 5 (A5): Puesta a punto del banco de ensayo AMT37, incluyendo su automatización y puesta a punto. Es necesario incluir en el análisis mediciones adicionales de presiones y temperaturas en diferentes puntos de la planta motriz, así como control de vibraciones e integridad estructural de los componentes dinámicos de la turbina, tomando como referencia los manuales de operación y mantenimiento de los fabricantes.

Actividad 6 (A6): Proponer una arquitectura técnica para el comando de potencia utilizando para ello estrategias de control de movimiento, comunicaciones digitales, microprocesadores y del respectivo software de calibración para el servomecanismo de control de aceleración de la turbina de ensayo.

Actividad 7 (A7): Diseñar e implementar el sistema de control de aceleración, por medio de servomecanismos gobernados electrónicamente que será instalado en el banco de pruebas, manteniendo las líneas de base técnicas impuestas por la FAC y la casa fabricante de la turbina aeronáutica.

Actividad 8 (A8): Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la gama de turbinas PT6 relacionadas anteriormente, con el fin de verificar que se cumplan los requisitos aeronáuticos impuestos por la FAC y el fabricante.

Actividad 9 (A9): Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles y aditivos definidas como aptas, sobre el desempeño mecánico y energético de las turbinas.

Actividad 10 (A10): Diseño, adaptación e implementación de sistema de mezclado estático para biocombustible y aditivos. Selección y montaje de analizador de emisiones de gases.

Actividad 11 (A11): Realización de ensayos e implementación del plan experimental para la realización de pruebas comparativas en sitio: Base Aérea de Madrid Cundinamarca – CAMAN para los motores de aviación.

Actividad 12 (A12): Aplicación de modelos termodinámicos para realizar el cálculo del rendimiento, y descripción de la operación de los motores probados a partir de las variables experimentales medidas, como flujos de aire y combustible, trabajo mecánico entregado por el motor y comportamiento general de etapas de compresión, combustión y tobera según los datos de banco de pruebas. Análisis energético y estadístico de las pruebas en los bancos de aviación.

Actividad 13 (A13): Análisis del proceso de combustión y su impacto en las emisiones generadas en cada uno de los motores probados con mezclas de biocombustible.

Actividad 14 (A14): Análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de las turbinas de aviación en cuanto al impacto mecánico: como el desgaste en los alabes de las turbinas; la contaminación de componentes internos, determinando la composición de los depósitos de hollín en el interior de la cámara de combustión y la composición de los depósitos en los filtros del sistema de control combustible, mediante ensayos de composición química, técnicas de caracterización espectroscópicas y de superficie; con el fin de concluir cuál es el efecto del uso de las mezclas biocombustibles en el motor.

Actividad 15 (A15): Implementación de modelos numéricos del comportamiento de la hélice del motor PT6. Modelación matemática de la fenomenología termodinámica de la operación de los motores de turbina de gas en sus diferentes arquitecturas. Contrastar los hallazgos experimentales con la teoría del funcionamiento de los motores, específicamente del cumplimiento del ciclo brayton y la cinética de combustión.

OBJETIVO ESPECÍFICO:	Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas aeronáuticas.	% de cumplimiento:	100%
RESULTADO OBTENIDO	PRODUCTO (si aplica)	ANEXO SOPORTE DEL DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	OBSERVACIONES

(A1): En el marco de la investigación sobre aditivos para biocombustibles de aviación, se exploraron diversas opciones comerciales enfocadas en propiedades de flujo en frío, como viscosidad, punto de nube, punto de fluidez y punto de obstrucción de filtro en frío, típicamente utilizadas en motores diésel terrestres o marinos. Contrario al Jet Fuel A, el Jet Fuel A1 emplea aditivos que logran un descenso significativo en el punto de congelamiento, alcanzando temperaturas inferiores a los -47 °C, destacándose como un componente esencial en la industria aeronáutica para evitar la formación de cristales y congelamiento del combustible. Se estableció contacto con fabricantes como Rendimax, Xp Lab, Inc. y LSI Chemical, evaluando sus aditivos anticongelantes. A pesar de mejoras en el punto de fluidez y obstrucción de filtro en frío, se observó un desmejoramiento en el punto de congelamiento, esencial para cumplir con la norma ASTM D1655 en mezclas de combustible fósil-biocombustible para aviación. Se exploraron concentraciones de aditivos dentro de los límites establecidos por la especificación ASTM D-4171, pero algunos aditivos, como el Total Armor W7, no cumplieron con el descenso esperado del punto de congelamiento. A nivel de investigación y desarrollo, se evidenció la necesidad de explorar aditivos específicos para mezclas entre Jet Fuel A1 y Biodiésel éster, dado que este último afecta negativamente el punto de congelamiento debido a su estructura molecular. Se destacó la posibilidad de reducir el impuesto al carbono mediante la presencia de aditivos, generando eficiencia y economía en las muestras seleccionadas. Además, se exploró la síntesis de aditivos a partir de residuos agroindustriales, como el DAE, obtenido de fuentes renovables, sugiriendo un potencial mercado para estos productos en la transición energética de la industria de la aviación.

En el desarrollo de la actividad 1, se llevó a cabo una revisión del estado del arte relacionada con el uso de aditivos para el

NOTA: Los productos relacionados a continuación se encuentran en las carpetas de **productos obligatorios** dentro de cada uno de los frentes que aparecen en los anexos.

Anexo 81 Organización evento especializados biocombustible **(A1)**

Anexo N° 8 Informe revisión desarrollo uso Aditivo para JETA1. **(A1)**

Anexo 09 Acta de creación del Comité de BioJet **(A1)**

Anexo 10 OEI Informe pasantía construcción documentos evaluación aditivos **(A1)**

Ninguna

combustible JETA1. Este análisis se basó en el **Anexo N° 8**, que detalla el informe de revisión y desarrollo del uso de aditivos para JETA1. Simultáneamente, se dio inicio al Comité de BioJet, como se registra en el **Anexo 09**, a través de un acta de creación que formalizó la colaboración entre la Fuerza Aérea Colombiana y la Universidad ECCI en el marco del proyecto "Evaluación del comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas". Este comité se constituyó como un equipo de expertos comprometidos con el avance de la investigación. Además, se abordó la revisión de documentos evaluativos de aditivos, tal como se refleja en el **Anexo 10**, correspondiente al informe de pasantía que incluyó la construcción de documentos de evaluación de aditivos para JETA1. Para enriquecer la perspectiva, se exploraron panoramas nacional y mundial de biocombustibles, como se detalla en el **Anexo 11**. Asimismo, se realizaron visitas interinstitucionales, siendo destacada la visita a Ecopetrol, documentada en el **Anexo 12**, que contribuyó a la comprensión integral de la cadena de producción y distribución de biocombustibles. La participación activa en eventos especializados en biocombustibles, como lo evidencian los **Anexos 81 y 82**, proporcionó un contexto más amplio y actualizado sobre los avances y desafíos en este campo, consolidando la base de conocimientos para la investigación.

(A2): En el marco de la actividad dos de investigación, se destacan varias tecnologías para la producción de biocombustibles de aviación, siendo la Hidrodesoxigenación de Ácidos Grasos (HEFA) la más prevalente, respaldada tanto técnica como económicamente según la literatura consultada. Este proceso ha alcanzado aplicación a escala industrial en países como Paraguay y Uruguay, con 12 industrias dedicadas a la producción de biocombustibles. Una característica notable de la HEFA es su capacidad para utilizar aceite de cocina usado como materia prima, contribuyendo así a la economía circular y abordando la problemática ambiental asociada

Anexo 82 Ponencias evento especializado biocombustible 2022 (A1)

Anexo 11 Panorama Nacional Mundial Biocombustibles (A1)

Ninguna

Anexo 12 Visita interinstitucional Ecopetrol (A1)

Anexo 13 Artículo Q3 kinetic study the production aeronautical FAME (A2)

Anexo 14 Certificado Practica Neissa Castañeda

a la disposición inadecuada de este residuo. Por otro lado, la producción de bioqueroseno a partir de alcoholes, como metanol, etanol y butanol, se presenta como una tecnología viable a nivel comercial, con la ventaja de poder emplear alcoholes derivados de fuentes tanto fósiles como de biomasa lignocelulósica, azucarada y almidonada, como el maíz, pasto varilla y caña de azúcar. Este enfoque aprovecha los residuos agroindustriales generados por grandes cultivos para la producción de biocombustibles. La utilización de la tecnología Fischer Tropsch, aunque ofrece la ventaja de permitir la disposición adecuada de residuos sólidos mediante su conversión en gas de síntesis y posterior producción de biocombustibles de aviación, plantea la preocupación sobre la generación de gases de efecto invernadero, especialmente el CO₂, durante el proceso de gasificación. En este contexto, la evaluación detallada de las materias primas y la gestión de las emisiones de CO₂ se convierten en aspectos críticos para asegurar la sostenibilidad ambiental del proceso.

En el contexto de la actividad dos, se llevaron a cabo acciones fundamentales respaldadas por diversos anexos. A través del **Anexo 13**, que consistió en el artículo Q3 sobre el estudio cinético para la producción de ésteres metílicos aeronáuticos, se proporcionó una base sólida para la comprensión de la cinética del proceso. Además, el Certificado de Práctica presentado en el **Anexo 14**, otorgado a Neissa Castañeda, bajo la supervisión del Mayor Mauricio López (Investigador del Proyecto), contribuyó significativamente al desarrollo y la aplicación de conocimientos prácticos. La certificación del biocombustible aeronáutico, como se documenta en los **Anexos 15 y 80**, se llevó a cabo mediante una metodología específica descrita en el **Anexo 16**, la cual se basó en procesos certificados para el biojet colombiano, según se detalla en el **Anexo 17**. Estos documentos no solo establecieron un marco sólido para la certificación del biocombustible, sino que también

Anexo 80 Documento certificación
biocombustible aeronáutico (A2)

MAURICIO LOPEZ
(A2)

Anexo 15 Documento
certificación
biocombustible
aeronáutico. (A2)

Ninguna

Anexo 16
Metodología
certificación
biocombustible
aviación hecho
Colombia (A2)

Anexo 17 Informe
metodologías
certificadas para
biojet colombiano
(A2)

Anexo 18 Artículo Q3
Predictive Model
Fluidity JetFuel

reflejaron el compromiso con metodologías certificadas y estándares rigurosos para garantizar la calidad y conformidad del producto en el contexto de la aviación en Colombia.

(A3): En el marco de la actividad tres, se llevaron a cabo claras investigaciones sobre el comportamiento del biodiesel de palmiste y sus mezclas con aditivos en condiciones extremas. Los resultados indican que el biodiesel de palmiste sobresale al presentar bajos niveles de humedad en comparación con el biodiesel de palma, mitigando la alteración de propiedades fisicoquímicas y suprimiendo procesos antioxidantes. Se revela un punto de congelamiento mínimo de -17°C con el aditivo A2 al 15% del biocombustible estudiado, y un máximo de -42°C con el aditivo A1 al 5% de palmiste. Aunque el biocombustible de biodiesel de palmiste se acerca al cumplimiento del punto de congelamiento, se sugiere la continuación de pruebas con porcentajes menores para asegurar la conformidad con la norma ASTM D1655, en caso de prescindir del aditivo. La determinación del punto de congelamiento según la norma ASTM D-2386, a pesar de no cumplir totalmente con las expectativas, reveló una temperatura máxima de -42°C, 5°C por debajo de la temperatura estipulada, limitando su aplicación en la industria aeronáutica para este estudio específico. El aditivo A1, con disolventes aromáticos, mostró una alta tensión superficial, generando una disminución significativa en la temperatura, aunque no cumplió plenamente con las expectativas del estudio. La cercanía del biocombustible a los estándares del Jet Fuel ofrece ventajas fiscales, destacando la eficiencia y economía del aditivo A1, lo cual podría implicar una reducción del impuesto al carbono en los resultados de las muestras seleccionadas.

Para el cumplimiento de la actividad 3, se llevaron a cabo investigaciones claras respaldadas por diversos anexos que

Biofuel Mixtures
aviation. **(A3)**

Anexo 19 Diseño
experimentos
mezclas
biocombustibles
aditivos. **(A3)**

Anexo 20 Infome
Pasantía Valentina
Varon Bio D **(A3)**

Anexo 21 Informe
cinética **(A3)**

Anexo 22 Informe
transesterificación

Ninguna

abarcaron desde estudios cinéticos hasta el diseño de experimentos para mezclas de biocombustibles y aditivos. El **Anexo 18**, titulado "Predictive Model Fluidity JetFuel Biofuel Mixtures aviation," proporcionó un modelo predictivo esencial para entender la fluidez de las mezclas de biocombustibles y aditivos en el contexto de la aviación. Asimismo, el **Anexo 19**, "Diseño experimentos mezclas biocombustibles aditivos," detalló la metodología utilizada en la experimentación, estableciendo las bases para resultados confiables. Informes específicos como el **Anexo 20**, "Informe Pasantía Valentina Varon Bio D," y el **Anexo 24**, "Proyecto pregrado, Evaluación punto congelamiento biocombustibles y aditivos," contribuyeron con datos valiosos sobre la evaluación del punto de congelamiento y la eficacia de los aditivos. Además, estudios específicos sobre la transesterificación del aceite de palmiste (**Anexo 22**) y la velocidad de reacción (**Anexo 23**) proporcionaron información esencial sobre los procesos fundamentales en la producción de biocombustibles. La tabla de resultados en el **Anexo 25** respaldó cuantitativamente los hallazgos, consolidando la investigación y permitiendo una interpretación más precisa de los resultados experimentales.

(A4): En este estudio, se llevó a cabo el diseño y la construcción exitosa de un reactor a escala de laboratorio para el hidrotratamiento catalítico de aceites vegetales, con un seguimiento estricto del P&ID propuesto. El reactor logró operar a presiones de hasta 70 bar y a temperaturas de 400 °C, realizando pruebas con catalizadores de Ni/r-Al₂O₃ y Pt/r-Al₂O₃. Aunque los resultados indicaron hidrotratamiento, la presencia de alcoholes sugirió pirólisis en el reactor. Se identificó la necesidad de mejorar la difusión del hidrógeno para obtener productos exclusivos de hidrotratamiento. La instalación y operación exitosas del reactor en la Universidad ECCI confirman su funcionalidad para llevar a cabo reacciones catalíticas a altas presiones y temperaturas. Los

aceite palmiste. (**A3**)

Anexo 23 Informe velocidad reacción (**A3**)

Anexo 24 Proyecto pregrado, Evaluación punto congelamiento biocombustibles y aditivos. (**A3**)

Anexo 25 Tabla resultados producción biodiesel (**A3**)

Ninguna

hallazgos respaldan la viabilidad del proceso de hidrotratamiento catalítico a partir de aceites vegetales en este tipo de reactor, allanando el camino para condiciones de operación óptimas y un diseño a mayor escala que permita implementar la producción de biocombustibles para aviación. La planta se fabricó y se realizaron pruebas de producción de bioqueroseno, marcando un paso significativo hacia la implementación exitosa del proyecto a escala piloto.

Para la ejecución de la actividad 4, se tomaron en cuenta varios anexos que respaldan el diseño y construcción de la planta piloto para la hidrodesoxigenación de aceites vegetales a escala batch. El **Anexo 26** proporcionó información detallada sobre las técnicas empleadas para el estudio y desarrollo de catalizadores, brindando una base sólida para la selección y diseño óptimo de catalizadores en la planta piloto. A su vez, el **Anexo 27**, centrado en la hidrodesoxigenación de aceites para la producción de combustibles de aviación, aportó datos cruciales sobre los procesos y condiciones específicas que se consideraron para optimizar la eficiencia del sistema. El **Anexo 28** detalló el diseño y la construcción de la planta piloto para la producción de bioqueroseno, ofreciendo una visión clara de la infraestructura y los componentes clave de la instalación. Además, las imágenes proporcionadas en el **Anexo 83** ofrecieron una representación visual del equipo utilizado, brindando una perspectiva más completa del diseño y la escala de la planta piloto. Finalmente, el **Anexo 79**, que certificó la planta piloto de hidrotratamiento de aceites, respaldó la validez y la operatividad del sistema implementado. La consideración de estos anexos fue esencial para llevar a cabo con éxito la actividad 4 y avanzar en la implementación efectiva del proyecto.

Anexo 83 Imagen Planta Piloto hidrotratamiento aceites vegetales batch escala (A4)

Anexo 79 Certificado Planta Piloto Hidrotratamiento Aceites (A4)

Anexo 26
Desarrollando técnicas estudio desarrollos catalizadores (A4)

Anexo 27
Hidrodesoxigenación aceites producción combustibles aviación (A4)

Anexo 28 Diseño construcción planta piloto bioqueroseno (A4)

Anexo 29 Diseño implementación

Ninguna

(A5): En el marco de la actividad número 5, se llevó a cabo la implementación exitosa del sistema de Adquisición y Visualización Digital de las Señales del Motor PT6A-61. Inicialmente, se procedió con la instalación de 8 termopares, tanto tipo K como T, con sus correspondientes extensiones, y se ampliaron los pick-ups de velocidad del motor. El chasis NI cDAQ 9184 se ubicó estratégicamente en el banco, conectándose al sistema principal de regulación y al PC, y se le integraron componentes esenciales como la fuente de voltaje NI PS 15, el módulo NI 9112 para termopares, el módulo NI 9219 para adquisición de señales multi propósito, y el módulo NI 9232 para sonido y vibración. La instalación implicó una serie de tareas críticas, como la configuración de los softwares NI DAQmx y NI MAXplorer, el establecimiento de la conexión de red entre el PC y el chasis, y la definición de los modos DAQ para cada canal, junto con sus respectivas escalas. Posteriormente, se procedió a la calibración del sistema DAQ mediante un calibrador de procesos, garantizando la correcta emulación de voltajes asociados a temperaturas específicas. Los resultados de esta emulación demostraron mediciones precisas, con errores inferiores al 0.1% de la escala completa.

Por otro lado, el desarrollo del Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA) se llevó a cabo conforme a las normativas establecidas por la FAC, y su diseño de interfaz incluyó características clave. La redundancia digital se implementó en señales como torque de motor, empuje, ITT, Ng, flujo, consumo y presión de aceite, todas las cuales contaron con indicadores tanto digitales como analógicos en el SCADA. Además, se introdujo un doble tipo de indicación, combinando indicadores digitales con una representación "tipo aguja". La interfaz también emuló testigos de cabina relacionados con fuente de voltaje, presión de aceite, corriente y sobre corriente. Para facilitar la operación durante las pruebas y la generación de datos, se incluyó un monitoreo de

sistema SCADA
motor operado tierra
banco pruebas **(A5)**

Ninguna

Anexo 30 Diseño
implementación
sistema SCADA
motor operado tierra
banco pruebas **(A5)**

prueba que permitió al operario seleccionar y visualizar el estado de potencia correspondiente en pantalla. Un generador de reporte se incorporó al formato de prueba para la oficialización de resultados, asegurando la verificación antes de cumplir con los requerimientos funcionales del fabricante. Además, se implementó un registro de eventos y log que registraba cualquier pico en mediciones o fallas repentinas durante las pruebas. Finalmente, se integraron señales específicas de calidad de emisiones, proporcionando a los investigadores de biocombustibles 8 señales para un análisis temprano. Se incluyó también un temporizador para registrar el tiempo transcurrido de prueba. Este desarrollo exhaustivo del SCADA permite un monitoreo detallado y un análisis efectivo de las pruebas, cumpliendo con los requerimientos funcionales del fabricante y facilitando la operación durante las pruebas y la generación de datos para investigadores de biocombustibles.

En la ejecución de la actividad 5, se soporta mediante los **anexos 29, 30 y 31** para realizar la implementación del sistema SCADA en el motor operado en tierra del banco de pruebas. El diseño e implementación del sistema SCADA, detallado en los anexos respectivos, proporcionó la base esencial para la supervisión y control eficientes de las señales críticas del motor PT6A-61 durante las pruebas. El prototipo Rack Termopar Kx16, como se documenta en el **Anexo 31**, fue crucial para la integración exitosa de la adquisición de datos de temperatura a través de termopares. Estos documentos sirvieron como guía fundamental para la instalación de los componentes necesarios, la configuración de interfaces gráficas y la interconexión efectiva con el sistema principal de regulación. La implementación del sistema SCADA, respaldada por la información detallada en los anexos, permitió un monitoreo preciso y una gestión eficaz del banco de pruebas, cumpliendo así con los objetivos de la actividad y contribuyendo al éxito general del proyecto.

Anexo 31 Informe
Prototipo Rack
Termopar Kx16 (A5)

Ninguna

Anexo 32 Informe
Prototipo Banco de
Pruebas STPM
CMCP PT6 (A6)

(A6): El sistema de control de potencia del motor PT6-61A cuenta con un reglaje definido por personal de la Fuerza Aérea espacial Colombiana (FAC) que se compone principalmente por la posición mínima de apertura del paso de combustible de la FCU. El sistema de comando de potencia cuenta con tres palancas de control conectadas por medio de cableado push-pull, que permiten el control de la inyección de combustible, la hélice y la potencia del motor. El sistema de control mecatrónico utilizado para el comando de potencia tiene como objetivo eliminar las zonas muertas que presenta el control mecánico tipo push-pull, permitiendo el movimiento de reversibles y minimizando el tiempo de ejecución del movimiento solidario entre el comando de potencia y la FCU, garantizando una alta precisión del mismo. El sistema de control mecatrónico utiliza un servomotor y driver YASKAWA SGMJ-04A y MP2600iec, respectivamente, que permiten una alta precisión de movimiento y soportan altas temperaturas y condiciones climáticas a la intemperie del banco de pruebas. El proyecto de modernización del comando de potencia del motor PT6-61A, está ubicado en la sede CAMAN de la Fuerza Aérea Colombiana y cuenta actualmente con el sistema de control mecatrónico utilizado para el comando de potencia, que incluye el uso de software de programación MotionWorks y diferentes lenguajes de programación como Ladder, texto estructurado y diagramas de bloques. Además, se describe el reglaje definido por personal de la FAC para el sistema de comando de potencia, que se compone principalmente de la posición mínima de apertura del paso de combustible de la FCU. Se presenta una solución técnica para el control de potencia del motor PT6-61A utilizando tecnología mecatrónica y software de programación avanzado.

En el desarrollo de la actividad 6 de este proyecto, se llevaron a cabo importantes avances y mejoras en el sistema de control del motor PT6A-61. El informe del prototipo del Banco de Pruebas

Ninguna

Anexo 33
Implementación de
Sistema Digital
adquisición señales
banco pruebas
motores PT6A-61
(A6)

Anexo 34 Sistema
Control Mecatrónico

STPM CMCP PT6 (**Anexo 32**) proporcionó valiosa información sobre la implementación y funcionamiento del sistema, detallando las características y resultados obtenidos en las pruebas realizadas. Además, el **Anexo 33**, que trata sobre la Implementación del Sistema Digital de Adquisición de Señales en el banco de pruebas de los motores PT6A-61, ofreció datos cruciales sobre la adquisición y procesamiento de señales, destacando los avances tecnológicos logrados. Por último, el **Anexo 34**, centrado en el Sistema de Control Mecatrónico para el Comando de Potencia del Motor PT6A-61, proporcionó detalles sobre el diseño y la implementación de un sistema mecatrónico avanzado para optimizar el control de potencia. La conjunción de estos anexos permitió alcanzar una solución integral y mejorada para el sistema de control, marcando un hito significativo en la modernización y eficiencia del motor PT6A-61.

(A7): En el marco de la actividad 7 del proyecto, se registraron avances sustanciales en la implementación del Prototipo del Sistema de Transmisión de Potencia Mecánica (STPM) para el Motor PT6-61A, tal como se detalla en el informe técnico correspondiente. Se dedicó un análisis detallado a tres subsistemas esenciales: Subsistema Estructura: Integrado al sistema mecánico y con repercusiones en el control de la Fuel Control Unit (FCU) de la turbina, experimentó ajustes específicos para optimizar la respuesta mecánica del STPM y la actuación del Servomotor 6. Dichos ajustes se llevaron a cabo con el objetivo de mejorar el control y el rendimiento operativo del STPM. Subsistema FCU: Aunque los detalles específicos no se presentan en el extracto, se subraya la importancia crítica de este subsistema en el funcionamiento y control efectivo del STPM. Su papel es esencial

Comando Potencia
Motor PT6A-61 (**A6**)

Anexo 35 Artículos
registros software
trámite finalización
(**A7**)

Anexo 36 Diseño
control comando
potencia banco
pruebas motor PT6A-
61 (**A7**)

Anexo 37 Prototipo
Sistema Transmisión

Ninguna

para coordinar adecuadamente la unidad de control de combustible de la turbina PT6-61A. Subsistema Bracket Servomotor: Diseñado para supervisar elementos específicos del STPM mediante un Servo Motor Yaskawa SGM7J-04A, este subsistema recibió recomendaciones detalladas para la instalación y ajuste. Se destacó papel en el control preciso y eficiente del STPM. Estos desarrollos en los subsistemas clave evidencian una mejora en el diseño y la operación del STPM para el sistema de transmisión de potencia mecánica para el Motor PT6-61A en aplicaciones aeronáuticas.

En el desarrollo de la actividad 7 del proyecto, se lograron avances significativos al considerar detalladamente los anexos pertinentes. El **Anexo 35**, que abarca artículos y registros relacionados con el software, documentó el proceso de trámite para la finalización del sistema. El **Anexo 36**, centrado en el diseño del control del comando de potencia para el banco de pruebas del motor PT6A-61, proporcionó una base esencial para el desarrollo práctico. Por otro lado, el **Anexo 37**, que trata sobre el prototipo del Sistema de Transmisión de Potencia Mecánica (STPM) para el Motor PT6A-61, demostró avances tangibles en la implementación del sistema, resaltando la efectividad de las soluciones mecatrónicas empleadas. Finalmente, el **Anexo 38**, que comprende videos del Comando de Aceleración, proporcionó evidencia visual y práctica de la funcionalidad del sistema de control desarrollado. Los resultados alcanzados en el diseño e implementación del sistema de control para el motor PT6A-61 en el banco de pruebas correspondiente.

(A8): En el contexto de este proyecto aeronáutico, se han proporcionado detalles técnicos y componentes clave. En primer lugar, se describió con precisión el Motor PT6-61A de Pratt & Whitney, destacando las señales de cabina y las señales adicionales necesarias para el modelo termodinámico de

Potencia Mecánica
STPM Motor PT6A-61
(A7)

Anexo 38 Videos
Comando de
Aceleración (A7)

Ninguna

desempeño del motor. Además, se detalló el equipo de trabajo dedicado al proyecto de automatización del Banco de Pruebas, resaltando los roles y niveles educativos de los integrantes. La automatización del Banco de Pruebas AMT-37 fue abordada en profundidad, enumerando los componentes principales a través de una tabla informativa. El Banco de Pruebas en sí, el AMT-37, fue descrito, cubriendo áreas como el Banco de Transporte, la Cabina de Pruebas y el Tanque de Combustible, enfatizando su capacidad para realizar pruebas en tierra a una variedad de motores PT6 de Pratt & Whitney.

En cuanto al prototipo del Sistema de Transmisión de Potencia Mecánica para el Motor PT6-61A, se tuvo mejoras, como una mayor respuesta de la pantalla, rediseño de indicadores, inclusión de temporizador en pantalla y sistema de definición de estado de potencia. El contenido detallado del documento abarcó temas cruciales, desde el Banco de Pruebas AMT-37 y el Motor PT6-61A hasta la cabina de control, la automatización del banco de pruebas y los componentes y equipos relacionados. Los hallazgos finales del proyecto subrayaron avances significativos en la automatización del banco de pruebas, evidenciando mejoras sustanciales en la eficiencia y funcionalidad del banco de pruebas.

En el desarrollo de la actividad 8 de este proyecto aeronáutico, se llevó a cabo una gestión de recursos materiales, como se detalla en el **Anexo 39** de Administración de Recursos Materiales. Este anexo proporcionó una visión de la administración de los elementos físicos necesarios para la ejecución del proyecto. Se abordaron aspectos como la planificación y asignación de recursos, la gestión de inventarios, y la adquisición de materiales esenciales para las distintas fases del proyecto. La documentación reflejó un enfoque eficiente en la administración de los recursos materiales en las etapas de este proyecto aeronáutico.

Ninguna

Anexo 39
Administración
Recursos Materiales
(A8)

Anexo 40 Plan
experimental Turbinas
(A9)

(A9): El documento ofrece detalles sobre el "Plan experimental para la determinación de las mezclas a utilizar en las pruebas operacionales de los motores PT6A-61 y J69". Se enfoca en el diseño y la ejecución de experimentos para evaluar el comportamiento de las mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas y seleccionar las muestras para las pruebas de desempeño en las turbinas. El proyecto busca evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas aeronáuticas. El plan experimental implementado se describe en las páginas 5 y 6 del documento. Se utilizó un diseño factorial completo de $3^{(2-0)}$ con 3 bloques y 9 corridas en total. Además, se realizaron 4 repeticiones y 1 punto central por bloque. El experimento se centró en la evaluación de mezclas de biocombustibles y aditivos, utilizando tres tipos de fluidos: Palm_Blend, Palmist_Blend y JET_Blend. Se evaluaron diferentes regímenes del motor, incluyendo 100%TAKEOFF, 80%CRUISE, 70%RPM y 70%RPM JET-A1 Puro. También se realizaron pruebas con diferentes mezclas de biocombustibles, como Palma_Blend, Palmiste_Blend y JET_Blend. En total, se llevaron a cabo 60 experimentos. El objetivo del plan experimental fue medir el comportamiento de las mezclas de biocombustibles y aditivos en los motores. El **Anexo 9** contiene el diseño y ejecución de experimentos para evaluar el comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas que se utilizaron en el proyecto.

(A10): Se diseñó y modeló un mezclador estático para la mezcla de biocombustibles y aditivos en aplicaciones aeronáuticas. El equipo consta de un conjunto de tubos y elementos internos que permiten la mezcla de los fluidos de manera eficiente y confiable. El mezclador estático se instala en línea con el sistema de

Ninguna

Anexo 41 Diseño
ensamble mezclador
estático **(A10)**

Anexo 42
Fluidodinámica
proceso mezclado
estático combustible
aeronáutico **(A10)**

combustible y se alimenta mediante dos bombas para combustibles. El equipo también incluye mangueras flexibles, sistemas de instrumentación para mantener controlado el proceso en tiempo real, un sistema eléctrico que permite el accionamiento de las dos bombas principales y una auxiliar en caso de que se requiera, y un sistema de filtrado a la salida del mezclador estático para entregar una mejor calidad en el combustible de aviación. El diseño del mezclador estático se basa en el estudio de las variables del proceso de mezclado estático que afectan el grado de homogeneidad de la mezcla obtenida de biocombustible, incluyendo la geometría del sistema interno de mezclas. Se estudiaron las variables del proceso de mezclado estático que afectan el grado de homogeneidad de la mezcla.

Como soporte de su diseño y construcción, se abordó en actividad 10 de este proyecto la elaboración de diversos anexos que respaldaron su investigación. El **Anexo 41**, "Diseño ensamble mezclador estático", proporcionó los detalles fundamentales sobre la concepción y estructura del mezclador estático empleado en el proceso. El **Anexo 42**, "Fluidodinámica proceso mezclado estático combustible aeronáutico", ofreció un análisis detallado de la dinámica de fluidos involucrada en el proceso de mezclado de combustible aeronáutico. Además, los **Anexos 43 y 88**, que comprenden la maestría del investigador, aportaron criterios sobre el tema. El **Anexo 44**, "Manual mantenimiento mezclador estático", presentó las pautas necesarias para el adecuado mantenimiento del mezclador estático. Asimismo, el **Anexo 45**, "Tesis tecnología mezclador estático", proporcionó información adicional sobre la tecnología y su aplicación en el contexto de la investigación. Finalmente, el **Anexo 84**, "Artículo B revista indexada", resalta la contribución del experto al cuerpo de conocimientos mediante la publicación de sus resultados en una revista indexada, consolidando así los avances en la tecnología del mezclador estático en el ámbito del combustible aeronáutico.

Anexo 84 Artículo B revista indexada.
(A10)

Anexo 88 Maestría ECCI José Luis Orellano Lasprilla (A10)

Anexo 43 Maestría ECCI José Luis Orellano Lasprilla (A10)

Anexo 44 Manual mantenimiento mezclador estático (A10)

Anexo 45 Tesis tecnología mezclador estático. (A10)

Anexo 46 4to Congreso internacional 5to nacional avances investigación ingeniería 2022 (A11)

Ninguna

(A11): Las pruebas se llevaron a cabo en la Base Aérea CAMAN en Madrid-Cundinamarca, Colombia. La investigación trata sobre la experimentación del comportamiento mecánico y térmico de un motor PT6A-61A en un banco de pruebas de la Fuerza Aérea Colombiana utilizando mezclas de JETA-1 y biodiesel. Se evaluó el rendimiento del motor con diferentes porcentajes de biodiesel en la mezcla, hasta un 25% de volumen, y presentaron los resultados de la caracterización química de los combustibles experimentales. El estudio proporcionó información valiosa sobre el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas y contribuye al desarrollo de tecnologías más sostenibles en la industria de la aviación. Las conclusiones de la experimentación incluyen que las mezclas de JETA-1 y biodiesel hasta un 15% de contenido volumétrico son operativamente confiables, sin comprometer la operación del motor en términos de variables de respuesta. Sin embargo, se encontró que el punto de congelación de las mezclas no cumple con las regulaciones aeronáuticas, lo que indica la necesidad de considerar este factor crítico al utilizar biocombustibles en aplicaciones aeronáuticas. Además, se destacó que las propiedades experimentales de las mezclas de combustible mostraron variaciones en los parámetros de prueba, lo que afectó principalmente el flujo de combustible, la temperatura entre turbinas (ITT) y el rendimiento del motor. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para cuantificar posibles perturbaciones en las mediciones del banco de pruebas, lo que proporciona una comprensión más profunda de los efectos de las mezclas de combustible en el comportamiento del motor. Estas conclusiones son fundamentales para comprender el impacto de los biocombustibles en el rendimiento y la operatividad de los motores aeronáuticos, lo que puede influir en el desarrollo de estrategias de mitigación y en la adopción de combustibles de aviación renovables.

Anexo 47 Artículo A2 revista indexada
(A11)

Anexo 85 Artículo Primer Joven Investigador José Miguel Galindo
(A11)

Anexo 47 Analisis
 exergético motor
 turbohélice PT6A-61
(A11)

Anexo 48 Artículo A2
 revista indexada
(A11)

Ninguna

Anexo 49 Artículo
 Primer Joven
 Investigador José
 Miguel Galindo **(A11)**

Anexo 50 Diseño
 construcción
 implementación
 sistema captación
 gases **(A11)**

Anexo 51 Ficha
 tecnica indicadores
 banco biocombustible
 PT6A-61 **(A11)**

Anexo 52 Informe
 final Joven
 Investigadora ECCI

El estudio se llevó a cabo en un banco de pruebas de la Fuerza Aérea Colombiana (Caman Air Base) utilizando un motor de aviación J69. Este motor fue utilizado para evaluar las mezclas de biodiesel a base de palma con el combustible aeronáutico colombiano JETA-1, junto con un aditivo aeronáutico certificado para la aviación civil. Los resultados del estudio mostraron mejoras significativas en los parámetros térmicos y mecánicos del motor para el biodiesel a base de palma, con efectos positivos de la adición del aditivo aeronáutico. Se evaluó el comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas. Se analizó cómo los aditivos aeronáuticos pueden mejorar el rendimiento y las características de emisión de las mezclas de biodiesel a base de palma en motores de aviación. El estudio proporcionó una evaluación detallada de la viabilidad y el impacto de estos biocombustibles en la industria de la aviación, lo que puede tener implicaciones significativas para la sostenibilidad y la eficiencia energética en el sector aeroespacial. Las conclusiones de la experimentación y el estudio indicaron que el aceite de palma demostró una eficiencia termodinámica superior en la operación del motor J69 en comparación con el combustible JET A1 y las contrapartes de biodiesel. La incorporación de un aditivo aeronáutico tuvo un impacto discernible, lo que resultó en una notable reducción tanto en las emisiones de CO como de CO₂. Este efecto influyó positivamente en la combustión dentro de la cámara, mejorando la compatibilidad y la oxigenación de las mezclas de combustible utilizadas, lo que finalmente condujo a una reducción en el consumo de combustible durante la operación. Estos hallazgos sugieren que las mezclas de biodiesel a base de palma, junto con aditivos aeronáuticos, podrían ofrecer beneficios significativos en términos de eficiencia y emisiones en motores de aviación, lo que podría tener implicaciones importantes para la industria aeroespacial y la sostenibilidad ambiental.

Anexo 87 Maestría ECCI Andrés Santiago Camargo **(A11)**

Anexo 89 Tecnología ESUFA Cesar Alcalá, Daniel Forero, Miguel Forero **(A11)**

(A11)

Anexo 53 Maestría ECCI Andrés Santiago Camargo **(A11)**

Anexo 54 Modelo computacional calculo eficiencia parametros PT6A-61 **(A11)**

Anexo 55 Papel FAC reto como país gestión desarrollo primer biocombustible aeronáutico hecho Colombia **(A11)**

Anexo 56 Procedimientos Adicionales banco pruebas PT6A-61 **(A11)**

Anexo 57 Propuesta doctoral Vladimir Silva Leal. **(A11)**

Ninguna

La actividad 11, consideró diversos anexos fundamentales que abordaron aspectos fundamentales del proyecto de investigación. El **Anexo 46**, "4to Congreso internacional 5to nacional avances investigación ingeniería 2022", un espacio para presentar los progresos del proyecto en eventos académicos disciplinares a este tema. En cuanto al **Anexo 47**, "Análisis exergético motor turbohélice PT6A-61", se realizó un análisis del motor turbohélice PT6A-61 desde una perspectiva exergética, aportando una comprensión más profunda de su rendimiento. Los **Anexos 48 y 85**, relacionados con la publicación de artículos en revistas indexadas, resaltaron la contribución significativa, consolidando así su posición como referente en estas temáticas en el mundo.

La formación en investigación, como se evidencia en los Anexos **49, 53 y 87**, así como las maestrías documentadas en los Anexos **47 y 89**, presentan el objetivo con la formación académica y la promoción de nuevos investigadores en este campo de la ingeniería. En el ámbito tecnológico, los **Anexos 50, 51, 54, 57, 58 y 60** presentan una visión detallada de la implementación de sistemas, protocolos y procedimientos en el banco de pruebas PT6A-61, subrayando el enfoque investigativo del proyecto.

Además, las visitas interinstitucionales registradas en los **Anexos 61, 62 y 63** fortalecieron los aspectos académicos y la colaboración entre instituciones, contribuyendo al intercambio de conocimientos y experiencias en el campo de las diferentes ramas de la ingeniería implícitas en el proyecto. La actividad 11 es el corazón del proyecto y se benefició sustancialmente de la diversidad y profundidad de la información proporcionada por estos anexos, consolidando los resultados del uso de mezclas biocombustibles en turbinas aeronáuticas y avances en la investigación, la formación académica y la aplicación de tecnologías en el proyecto.

Anexo 90 Tecnología ESUFA Julián Beltrán, Román Martínez **(A11)**

Anexo 58 protocolo ensayo banco pruebas PT6A-61 **(A11)**

Anexo 59 Tecnología ESUFA Cesar Alcalá Daniel Forero Miguel Forero **(A11)**

Anexo 60 Tecnología ESUFA Julián Beltrán Román Martínez **(A11)**

Anexo 61 Visita interinstitucional Universidad de Antioquia **(A11)**

Anexo 62 Visita interinstitucional Universidad de Castilla La Mancha **(A11)**

Ninguna

(A12): El comportamiento energético del motor PT6 A61 utilizando mezclas de biocombustibles se centró en la evaluación del impacto de estas mezclas en el rendimiento y las emisiones del motor. Además, se llevó a cabo el análisis exergético del motor turbohélice modelo PT6A-61A mientras operaba con diversas proporciones de biocombustible y Jet A-1. El objetivo de la investigación fue comprender cómo estas mezclas afectaron el desempeño del motor y su eficiencia energética, con la intención de fomentar el uso de biocombustibles en la industria aeronáutica. En el documento se presentó un modelo termodinámico del motor PT6A-61A basado en un ciclo Brayton, lo que permitió evaluar los términos de eficiencia de primera y segunda ley, pérdidas y destrucción de exergía en cada componente del motor, como el compresor, la turbina y la cámara de combustión. También se hizo referencia a enfoques teóricos adicionales que reducen el impacto ambiental y mejoran la eficiencia termodinámica de los sistemas de propulsión de aeronaves. El documento proporcionó resultados derivados de las pruebas con diferentes mezclas de biocombustibles y Jet A-1 en el motor PT6A-61A, abordando variaciones en el torque, el consumo específico de combustible (SFC) y evaluaciones de emisiones. Finalmente, se ofrecieron conclusiones y recomendaciones sobre el uso de biocombustibles en la industria aeronáutica basadas en los resultados obtenidos y el análisis exergético del motor.

En la ejecución de la actividad 12 de este proyecto, se tomó en consideración la información proporcionada en los anexos correspondientes. El **Anexo 64**, "Análisis Exergético del Motor Turbohélice PT6A-61", ofreció datos cruciales para evaluar la eficiencia del motor en términos de exergía. La exploración investigativa del uso de biocombustibles en la aviación colombiana, documentada en el **Anexo 65**, proporcionó un contexto esencial para entender la relevancia de esta alternativa en el sector. El **Anexo 66**, que describe el modelo termodinámico utilizado para el estudio del motor PT6-A61, constituyó una herramienta

Anexo 63 Visita interinstitucional Universidad Tecnológica de Delft **(A11)**

Anexo 64 Analisis exergético motor turbohélice PT6A-61 **(A12)**

Anexo 65 Exploración investigativa uso biocombustibles aviación Colombia **(A12)**

Anexo 66 Modelo termodinámico estudio motor PT6-A61 **(A12)**

Anexo 67 Análisis

Ninguna

fundamental en el análisis de su comportamiento. Finalmente, el **Anexo 67**, centrado en el análisis exergético específico del motor turbohélice modelo PT6A-61, contribuyó significativamente a la comprensión de cómo las propiedades exergéticas influyen en el rendimiento del motor. La integración de estos anexos permitió un enfoque exhaustivo en el análisis de la exergía del motor turbohélice, proporcionando resultados valiosos que contribuyen al conocimiento y desarrollo en el campo de la ingeniería mecánica

(A13): Se presentó información detallada sobre la determinación del impacto ambiental, la cuantificación del efecto de las mezclas de biocombustibles en las emisiones y los datos experimentales con el análisis de las variaciones en las emisiones de los gases de escape de las turbinas de prueba. La metodología seguida para este proyecto se basó en los lineamientos del "Estándar corporativo de contabilidad y reporte – GHG protocol" desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), así como en la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1:2020. Además, se utilizaron las directrices de la norma ISO 14064-1:2006 para reportar las estimaciones de emisiones. Se proporcionaron conclusiones importantes, como la determinación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las fuentes del proyecto, la incertidumbre de las emisiones y la calidad de la información utilizada para el inventario. Además, se destacó la importancia de mejorar la gestión de la información para reducir la incertidumbre y se resaltó la precisión "buena" del inventario de acuerdo con la metodología definida por el GHG Protocol.

Se llevó a cabo un análisis medioambiental en el marco de la actividad 13, considerando los anexos correspondientes. El anteproyecto de modelamiento, detallado en el **Anexo 68**, sirvió

exergético motor
turbohélice modelo
PT6A-61 **(A12)**

Anexo 68
Anteproyecto
Modelamiento estudio
matemático pruebas
PT6A-61 **(A13)**

Anexo 69 Datos
experimentales
análisis variaciones
emisiones gases
escape turbinas
prueba soporte. **(A13)**

Anexo 70
Experiencias
investigativas uso
biocombustibles
turbinas aeronáuticas
bancos estacionarios.
(A13)

Ninguna

como base para el estudio matemático de las pruebas realizadas en las turbinas PT6A-61. Los datos experimentales, proporcionados en el **Anexo 69**, fueron útiles para evaluar las variaciones en las emisiones de gases de escape de las turbinas de prueba, ofreciendo unos resultados detallados de los impactos ambientales. Además, las experiencias investigativas, documentadas en el **Anexo 70**, sobre el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas en bancos estacionarios, contribuyeron a comprender mejor el comportamiento de estos combustibles en condiciones específicas. La exploración investigativa sobre el uso de biocombustibles en la aviación colombiana, abordada en el **Anexo 71**, proporcionó una perspectiva valiosa sobre la viabilidad y los posibles beneficios ambientales de la implementación de biocombustibles en el sector aeronáutico del país. En conjunto, estos anexos brindaron una base sólida para el análisis ambiental, permitiendo evaluar de manera integral el impacto de las mezclas de biocombustibles en las emisiones de turbinas aeronáuticas y ofreciendo valiosa información para futuras decisiones y políticas medioambientales en la industria de la aviación.

(A14): Se realizó una revisión del impacto mecánico en relación con el desgaste de los alabes de las turbinas, la contaminación de componentes internos y la determinación de la composición de los depósitos de hollín en el interior de la cámara de combustión y en los filtros del sistema de control de combustible. Además, se exploraron las ventajas y desafíos del uso de biocombustibles en motores a reacción, destacando la importancia de un enfoque cuidadoso en el mantenimiento. Se llevaron a cabo pruebas en laboratorios y motores reales para comprender cómo los biocombustibles afectan el rendimiento y la durabilidad del motor en diversas condiciones operativas. Se subraya la importancia de implementar un sistema de monitoreo continuo para detectar posibles problemas de rendimiento o desgaste en el motor

Anexo 86 Artículo Segundo Joven
Investigador Diego Castellanos **(A15)**

Anexo 71 Exploración
investigativa uso
biocombustibles
aviación Colombia
(A13)

Ninguna

Anexo 72 Análisis de
resultados impacto
mecánico turbina
aeronáutica **(A14)**

Anexo 73 Análisis
exergético motor
turbohélice PT6A-61

relacionados con el uso de biocombustibles. Se observó la presencia de hollín acumulado en las cámaras de combustión interna y externa, así como en los inyectores de arranque y en el suministro de inyección secundaria de combustible. Además, se notó una condición anormal de decoloración y forma diferente a lo normal en componentes como juntas, sellos, anillos tóricos y empaques, posiblemente debido a una reacción química con el combustible utilizado. Se destacó la importancia de implementar un plan de mantenimiento controlado para abordar los desafíos asociados con el uso de biocombustibles en motores a reacción. Se enfatizó que el uso de biocombustibles en motores a reacción representa una oportunidad prometedora para reducir las emisiones y promover la sostenibilidad en la industria de la aviación. Sin embargo, se subrayó que es esencial implementar un plan de mantenimiento controlado que aborde los desafíos asociados con el uso de biocombustible y la eficiencia de los motores a reacción.

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos en el impacto mecánico de la turbina aeronáutica, como se detalla en el **Anexo 72**. Este análisis abarcó aspectos cruciales relacionados con el desgaste de los alabes, la contaminación de componentes internos y la composición de los depósitos de hollín en la cámara de combustión y en los filtros del sistema de control de combustible. Además, se evaluaron los resultados del análisis exergético del motor turbohélice PT6A-61, detallados en el **Anexo 73**, proporcionando aspectos valiosos sobre las pérdidas y eficiencias en cada componente del motor. El **Anexo 74**, centrado en el estudio del comportamiento del motor de aviación PT6A-61 al emplear mezclas de biocombustibles, arrojó información crucial sobre las variaciones en el rendimiento y las emisiones del motor. Estos anexos se convierten en recursos fundamentales para comprender el impacto operativo y ambiental de las turbinas aeronáuticas al incorporar biocombustibles, contribuyendo así a la toma de decisiones informadas en el desarrollo y la implementación

(A14)

Anexo 74 Estudio
comportamiento
motor aviación PT6A-
61 empleando
mezclas
biocombustibles.
(A14)

Anexo 75 Artículo

Ninguna

de tecnologías más sostenibles en la industria aeronáutica.

(A15): Se abordó la evaluación del comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas, centrándose especialmente en el motor J69-T-25A. El objetivo del estudio fue analizar el impacto del uso de biocombustibles en el rendimiento y la eficiencia de los motores aeronáuticos. Se presentaron los resultados de la simulación computacional de la cámara de combustión del motor y la evaluación de las mezclas de biocombustibles con JETA-1, tanto con aditivo como sin aditivo. Además, se detalló el desarrollo de un modelo matemático para predecir el desempeño de la hélice del motor PT6A-61. La metodología empleada incluyó la simulación computacional de la cámara de combustión del motor J69-T-25A mediante modelos de flujo compresible y simulación tridimensional. También se evaluó el comportamiento de las mezclas de biocombustibles en pruebas experimentales y se desarrolló un modelo matemático para la predicción del desempeño de la hélice. La validación de resultados numéricos con datos experimentales del banco de pruebas del motor reforzó la confiabilidad de la simulación computacional.

El modelo de flujo compresible utilizado se basó en las ecuaciones de Navier-Stokes compresibles, junto con el modelo de turbulencia $k-\epsilon$, proporcionando una representación precisa de los fenómenos de flujo y turbulencia en la cámara de combustión. Las conclusiones destacaron que la simulación y evaluación del comportamiento de las mezclas de biocombustibles ofrecieron información relevante sobre el impacto en el rendimiento de los motores aeronáuticos. Se demostró la viabilidad del uso de biocombustibles en el motor J69-T-25A, sugiriendo oportunidades para soluciones sostenibles en la aviación. Además, el modelo matemático para la predicción del desempeño de la hélice del motor PT6A-61 representó un avance significativo en la

Anexo 81 Organización evento especializados biocombustible **(A15)**

Segundo Joven Investigador Diego Castellanos **(A15)**

Anexo 76 Fluidodinámica proceso mezclado estático combustible aeronáutico **(A15)**

Anexo 77 Ponencias evento especializado biocombustible 2022 **(A15)**

Ninguna

comprensión y predicción del comportamiento de los motores aeronáuticos.

En la actividad 15 del proyecto, se analizó detalladamente la información recopilada de diversos anexos especializados en ingeniería aeronáutica. El **Anexo 75**, un artículo del Segundo Joven Investigador Diego Castellanos, proporcionó valiosos resultados sobre los avances y descubrimientos en relación con el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas. La comprensión de la fluidodinámica del proceso de mezclado estático del combustible aeronáutico se exploró en profundidad mediante el **Anexo 76**, arrojando luz sobre los aspectos cruciales de este proceso. Las ponencias presentadas en el evento especializado en biocombustibles de 2022, según el **Anexo 77**, ofrecieron una visión integral de las investigaciones y discusiones actuales en la industria. Por último, la simulación computacional del perfil aerodinámico de la hélice PT6, detallada en el **Anexo 78**, proporcionó valiosa información sobre el comportamiento aerodinámico de este componente clave en el rendimiento de las aeronaves.

Anexo 82 Ponencias evento
especializado biocombustible 2022
(A15)

Anexo 78 Simulación
computacional perfil
aerodinámico hélice
PT6 (A15)

Ninguna

De acuerdo con el plan de trabajo aprobado por la supervisión del contrato las actividades que hacen parte del segundo objetivo específico **“Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de biocombustible”** son:

Actividad 16 (A16): Evaluación del impacto ambiental mediante una Matriz de Leopold, con el fin de determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a la valoración numérica de la matriz.

Actividad 17 (A17): Escoger las aéreas más críticas a trabajar de acuerdo a los resultados de la matriz, en cuanto a sus etapas. Cultivo, en cuanto al uso del agua. Producción de biocombustible, en cuanto al uso de la energía y del agua. Operación, en cuanto a las emisiones atmosféricas y producción de residuos.

Actividad 18 (A18): Partiendo de las etapas con mayor impacto ambiental, se determinarán las posibles medidas de mitigación. Para ello se debe cuantificar el uso del agua tanto en los procesos de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación a los agroquímicos en el agua.

Actividad 19 (A19): Evaluar las medidas de mitigación que se proponen a partir de los resultados obtenidos con el fin de proponer alternativas de mejoras hacia la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación.

Actividad 20 (A20): Cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el % de emisiones emitidas en operación real. Esto se realizará con un analizador de gases que estará monitoreando continuamente los productos de combustión de las mezclas de biodiesel para cada punto experimental del diseño de experimentos del objetivo específico 1, analizando su variabilidad.

OBJETIVO ESPECÍFICO:	Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de biocombustible		% de cumplimiento:	100%
RESULTADO OBTENIDO	PRODUCTO (si aplica)	ANEXO SOPORTE DEL DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	OBSERVACIONES	
(A16): Se abordaron temas relacionados con la evaluación del impacto ambiental de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas. se discutieron diferentes metodologías de evaluación, como la Matriz de Leopold, la metodología EPM y la metodología conesa simplificado. También se presentaron aspectos como la importancia de la evaluación del impacto ambiental, los tipos de matriz utilizados, la ubicación de las pruebas de turbinas aeronáuticas, las etapas del cultivo, los aspectos ambientales y los estudios experimentales a nivel mundial. Además, se mencionaron las legislaciones en Estados Unidos y la comunidad europea relacionadas con la		Anexo 91 Artículo Environmental impact use biofuels air force aircraft (A16)		

estandarización de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA). El proyecto siguió varias metodologías para la evaluación del impacto ambiental, entre las cuales se destacan la metodología Leopold, la metodología EPM y la metodología conesa simplificado. Estas metodologías son aplicables a diferentes tipos de proyectos y han sido aprobadas por autoridades ambientales colombianas y entes internacionales. Además, se mencionaron otros enfoques de evaluación del impacto ambiental, como la matriz de interacción simple, la matriz de causa efecto y la matriz de ponderación. Se centró en la descripción de la metodología y los aspectos relacionados con la evaluación del impacto ambiental de las mezclas de biocombustibles en turbinas aeronáuticas. Sin embargo, se destacó la importancia de utilizar diferentes metodologías de evaluación, como la metodología Leopold, la metodología EPM y la metodología conesa simplificado, para determinar el impacto ambiental de manera integral. Adicionalmente, se resaltó la relevancia de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) como herramienta de gestión ambiental para predecir, identificar, valorar y formular medidas preventivas para evitar impactos ambientales.

Se abordó la actividad 16 del proyecto, centrada en la evaluación del impacto ambiental de mezclas de biocombustibles en turbinas aeronáuticas. La metodología empleada involucró la revisión y análisis exhaustivo de anexos específicos, como el **Anexo 91**, que proporcionó información detallada sobre el impacto ambiental del uso de biocombustibles en aeronaves de la Fuerza Aérea. Además, se consideró el **Anexo 92**, que presentó la Matriz Leopold, una herramienta fundamental para la evaluación integral de los impactos ambientales asociados al proyecto. La aplicación de esta matriz permitió identificar y valorar aspectos ambientales críticos en diferentes etapas, como el cultivo, la producción de biocombustibles y la operación de las turbinas. En la actividad 16, también se tuvo en cuenta el **Anexo 93**, que proporcionó la Matriz de Impactos Ambientales, utilizada para determinar de manera

Anexo 81 Organización evento especializado biocombustible (A20)

Anexo 82 Ponencias evento especializado biocombustible 2022 (A20)

Anexo 92 Matriz Leopold (A16)

Anexo 93 Matriz impactos Ambientales para determinar impacto ambiental (A16)

Ninguna

Ninguna

precisa el impacto ambiental en función de aspectos clave. Asimismo, se consideró el **Anexo 94**, que presentó el Método Directo EPM_AP, una herramienta específica para evaluar el impacto ambiental a través de una metodología directa. Estos anexos fueron esenciales para la formulación de estrategias y medidas de mitigación basadas en la identificación de áreas críticas y aspectos ambientales significativos. La actividad 16 contribuyó así a una evaluación integral y detallada del impacto ambiental, promoviendo la sostenibilidad en el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas.

(A17): Se llevo a cabo un análisis de las etapas de cultivo, producción y operación del biocombustible, con el objetivo de identificar las áreas más críticas en relación con su impacto ambiental. En este contexto, se abordaron temas fundamentales, tales como la producción de energía a partir de fuentes renovables y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte. Los resultados de los análisis de matrices de impacto ambiental realizados por EPM y Conesa durante las etapas mencionadas fueron discutidos y considerados. La evaluación de impacto ambiental, basada en la metodología de Leopold, se utilizó para identificar impactos significativos y actividades a desarrollar. En específico, se identificaron impactos ambientales notables en las etapas de cultivo, producción y operación del biocombustible, evaluados meticulosamente mediante matrices de impacto ambiental. Entre estos impactos se destacan la disminución de visibilidad en campo abierto, la contaminación atmosférica, la contaminación de fuentes hídricas, el agotamiento del recurso hídrico y la alteración en las propiedades fisicoquímicas del suelo, entre otros. Adicionalmente, se mencionaron investigaciones dirigidas a la utilización de catalizadores a base de residuos del fruto de palma

Anexo 94 Método Directo EPM_AP **(A16)**

Anexo 95 Informe resultados analisis matriz etapas cultivo producción operación. **(A17)**

Ninguna

y la implementación de fuentes de energía renovable para reducir el consumo energético.

Se evidenció un impacto ambiental específico en el agua durante la etapa de cultivo y se identificaron impactos en el uso de la energía, la generación de residuos y el agua en la etapa de transesterificación. La evaluación de impacto ambiental emergió como una herramienta crucial para conocer y mitigar los impactos ambientales en las diferentes etapas del proceso de producción y operación del biocombustible. Se resaltó la necesidad imperante de contemplar medidas y estrategias para la reducción de los efectos en el ambiente, considerando las particularidades de cada impacto relacionado. **Anexo 95**

(A18): La práctica se realizó en la plantación ubicada en Cabuyaro Meta, Colombia, donde se llevaron a cabo las actividades de muestreo en campo por parte de Inparme S.A.S para evaluar la variabilidad de la calidad del agua en la plantación. En la investigación se tuvieron en cuenta varios aspectos técnicos, entre ellos: 1. Muestreo en campo: Se realizaron cinco muestreos en la plantación, tomando en consideración los costos y la logística, lo que implicó capacitar a los operarios de la empresa para que enviaran las muestras a los laboratorios de la Universidad ECCI ubicados en Bogotá, Colombia. 2. Análisis químicos: Se utilizaron métodos del IDEAM para el análisis de fosfatos y nitratos, utilizando el equipo UV Mapada ubicado en la sede Crisanto Luque de la Universidad ECCI. 3. Uso de herramientas geoespaciales: Se realizó consulta a través del ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales) para obtener cartografía nacional y se descargó el Modelo Digital de Elevación (DEM) desde la página de la NASA "Earth Data Search". 4. Resultados y análisis: Se estableció una escala para incluir los resultados de fosfatos, nitratos, plomo y cromo en un sistema de información geográfico (SIG). Estos aspectos técnicos fueron fundamentales para llevar a cabo la

Anexo 96 Articulo Evaluation
variability wáter quality
palma oil plantations **(A18)**

Anexo 97 Articulo Life cycle
Analysis Biofuels Palm Oil
Colombia **(A18)**

Anexo 98 ECCI Tesis ciclo

Ninguna

investigación y evaluar la variabilidad de la calidad del agua en la plantación. Dentro de las principales conclusiones fueron la evaluación del impacto ambiental del uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas, incluyendo el consumo de agua, la calidad del agua en la plantación, y los efectos ambientales asociados con el proceso de producción de biocombustibles. Además, se podrían presentar medidas de mitigación propuestas para reducir el impacto ambiental.

Se llevaron a cabo evaluaciones sobre las etapas de cultivo, producción y operación del biocombustible, con el objetivo de identificar las áreas más críticas en relación con su impacto ambiental. Para la realización de la actividad 18, se tuvieron en cuenta varios anexos, entre ellos el **Anexo 96** "Artículo Evaluation variability wáter quality palma oil plantations", el **Anexo 97** "Artículo Life cycle Analysis Biofuels Palm Oil Colombia", el **Anexo 98** "ECCI Tesis ciclo tecnológico análisis ciclo vida", el **Anexo 99** "Informe Cuantificación uso agua procesos producción biocombustible" y el **Anexo 100** "Informe Modelo determinación variaciones calidad Agua laguna la Carolina uso agroquímicos". Dentro del análisis, se identificaron las etapas con mayor impacto ambiental, siendo el cultivo, la producción y la operación las más críticas. Se determinaron medidas de mitigación para abordar los impactos ambientales significativos, centrándose particularmente en el uso del agua en el proceso de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación con el uso de agroquímicos en el agua. A través de la revisión detallada de los informes y documentos proporcionados en los anexos, se evaluaron las medidas propuestas para la mitigación de impactos, considerando la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación. El análisis de las acciones tomadas a partir de los resultados obtenidos permitió proponer alternativas para mejorar la sostenibilidad del proceso, considerando los aspectos relacionados con el consumo de agua,

tecnológico analisis ciclo
vida **(A18)**

Anexo 99 Informe
Cuantificación uso agua
procesos producción
biocombustible. **(A18)**

Anexo 100 Informe Modelo
determinación variaciones
calidad Agua laguna la
Carolina uso agroquímicos.
(A18)

Ninguna

la generación de residuos y la eficiencia en el uso de recursos naturales. Este enfoque integral contribuyó a avanzar hacia una gestión más sostenible de las etapas críticas del ciclo de vida del biocombustible.

(A19): Se evaluaron medidas de mitigación para reducir el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero y se propusieron estrategias de mejora para reducir las emisiones y disminuir el consumo de agua en el uso de biocombustibles en la aviación. Estas medidas de mitigación contribuyen a mejorar la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación. Entre las estrategias de mejora propuestas para reducir emisiones y disminuir el consumo de agua en el uso de biocombustibles en la aviación se encuentran: 1. Garantizar una buena combustión en la caldera distribuyendo uniformemente la biomasa. 2. Operar adecuadamente los equipos implementando Buenas Prácticas Operacionales. 3. Realizar un monitoreo de la calidad del aire a través de monitoreo de Isocinéticos o balance de masas. 4. Utilizar únicamente como combustible cascarilla y fibra de palma y se recomienda usar bajo los siguientes porcentajes: 50% Fibra de Palma y 50% Cascarilla. Además, se propone disminuir el consumo de agua en la producción de biocombustibles a través de la implementación de prácticas de riego eficientes y la utilización de tecnologías de producción más sostenibles.

La actividad 18 del proyecto, que abordó la evaluación de medidas de mitigación para reducir el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero y proponer estrategias de mejora para disminuir el consumo de agua en el uso de biocombustibles en la aviación, se basó en la información proporcionada por los **anexos 101** "Informe evaluación medidas impactos alternativas mejoras etapas biocombustible" y **102** "Pasante OEI Medidas mitigación biocombustibles aceite palma". Se examinaron

Anexo 101 Informe
evaluación medidas
impactos alternativas
mejoras etapas
biocombustible **(A19)**

Anexo 102 Pasante OEI
Medidas mitigación
biocombustibles aceite
palma **(A19)**

Anexo 103 Datos
experimentales analisis
variaciones emisiones gases
escape turbinas prueba
soporte. **(A20)**

Ninguna

detalladamente las medidas de mitigación propuestas, las cuales fueron diseñadas para mejorar la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación.

(A20): Los resultados preliminares de la evaluación del impacto ambiental de las mezclas de biocombustibles en las turbinas aeronáuticas indican que el proyecto "Evaluación del comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas" emite 0.002 toneladas de CO₂ por prueba como producto de la combustión de biomasa en fuentes móviles, con un nivel de incertidumbre de +/- 100%. Además, se han identificado emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al uso de biocombustibles, con un enfoque en la precisión de los equipos de mezcla y un margen de tolerancia del +/- 5%. Asimismo, se han cuantificado las emisiones directas discriminadas por GEI, donde el CO₂ representa el 99.99% del alcance 1 de emisiones. Además, se ha observado que el uso de biocombustibles puede tener impactos en las emisiones de nitrógeno, lo que sugiere la importancia de evaluar no solo las emisiones de CO₂, sino también otros contaminantes atmosféricos como NO₂, SO₂, O₂, PM₁₀, PM_{2.5} y PST. Estos resultados preliminares proporcionan una visión integral del impacto ambiental de las mezclas de biocombustibles en las turbinas aeronáuticas, destacando la importancia de considerar no solo las emisiones de CO₂, sino también otros gases y partículas contaminantes.

La actividad 20, centrada en cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el porcentaje de emisiones emitidas en operación real, se llevó a cabo considerando la información detallada en los **anexos 103** "Datos experimentales análisis variaciones emisiones gases escape turbinas prueba soporte," **104** "Informacion base SISAIRE Emisiones PM 10," **105** "Informacion base SISAIRE Emisiones PM 2.5," y **106**

Anexo 104 Informacion base
SISAIRE Emisiones PM 10
(A20)

Anexo 105 Informacion base
SISAIRE Emisiones PM 25
(A20)

Anexo 106 Informacion base
SISAIRE Emisiones SO 2
(A20)

Ninguna

"Información base SISAIRE Emisiones SO₂." Se examinaron los datos experimentales proporcionados en el **Anexo 103**, que detalló las variaciones en las emisiones de gases de escape de las turbinas de prueba, para evaluar cómo las mezclas de biocombustibles afectaron el porcentaje de emisiones en situaciones de operación real. La información base de SISAIRE contenida en los **anexos 104, 105 y 106**, referente a las emisiones de PM 10, PM 2.5 y SO₂, respectivamente, sirvió como referencia crucial para comprender el impacto ambiental de estas emisiones.

Anexo 107 Ponencias
evento especializado
biocombustible 2022 (**A20**)

De acuerdo con el plan de trabajo aprobado por la supervisión las actividades que hacen parte del tercer objetivo específico **“Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de biocombustibles”** son:

Actividad 21 (A21): Identificar las capacidades en infraestructura existentes para el almacenamiento, manipulación y transporte de biocombustibles y aditivos.

Actividad 22 (A22): Definir la infraestructura necesaria para el almacenamiento, manipulación y transporte de las mezclas de biocombustibles estudiadas (Tanques, sistemas de agitación, sistemas de almacenamiento).

Actividad 23 (A23): Definir lineamientos logísticos que garanticen el suministro de mezclas de biocombustibles en el desarrollo de las operaciones aéreas.

OBJETIVO ESPECÍFICO:	Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de biocombustibles.		% de cumplimiento:	100%
RESULTADO OBTENIDO	PRODUCTO (si aplica)	ANEXO SOPORTE DEL DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	OBSERVACIONES	
(A21): El tema central la investigación es la evaluación de los desafíos y las incertidumbres para la implementación de Combustible Sostenible de Aviación (SAF) en Colombia, así como las recomendaciones para avanzar en este proceso. La investigación proporciona un análisis detallado de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales (PESTEL) relacionados con la implementación de la producción de SAF en Colombia, y ofrece recomendaciones para mitigar las incertidumbres identificadas. Además, se destaca la contribución de la investigación en la generación de un diagnóstico para futuras referencias y en el impulso del desarrollo socioeconómico local a través del establecimiento de nuevas cadenas de producción. La investigación describe el uso de la herramienta PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal) para realizar un diagnóstico actualizado de la implementación del Combustible Sostenible de Aviación (SAF) en Colombia. Esta metodología permite analizar el entorno actual y futuro en el que se puede gestionar el uso, la implementación y la producción de SAF. Además, se menciona el uso de la herramienta ECOCANVAS, que se aplica a empresas relacionadas con la economía circular, para evaluar el potencial neto de producción de SAF en Colombia, considerando la producción de materias primas. Estas herramientas proporcionan una base sólida para comprender los desafíos y las oportunidades asociados con la implementación de SAF en el	Anexo 122 Participación Evento Alemania resultados investigación (A21)	Anexo 108 Artículo A1 revista indexada (A21) Anexo 109 Cadena suministros producción biocombustible aeronáutico Colombia a partir biomasa residual (A21) Anexo 110 ECCI Tesis Meritoria pregrado Cadena suministro biocombustible biojet. (A21) Anexo 111 FAC pasantía Johan Santiago Sáenz		

contexto colombiano, y para formular recomendaciones pertinentes, Las conclusiones incluyen un diagnóstico actualizado de la implementación del Combustible Sostenible de Aviación (SAF) en Colombia, basado en el análisis PESTEL y en una revisión de la literatura. Se proporcionan recomendaciones para mitigar las incertidumbres identificadas, y se destaca la contribución la investigación en la generación de un diagnóstico para futuras referencias. Además, se enfatiza que este trabajo tiene como objetivo contribuir al desarrollo socioeconómico local a través del establecimiento de nuevas cadenas de producción y optimizar los procesos logísticos aeronáuticos, posicionando el sector de biocombustibles a nivel regional. La investigación ofrece una visión integral de los desafíos y las oportunidades asociados con la implementación de SAF en Colombia, y propone medidas concretas para avanzar hacia un sector de aviación más sostenible.

Esta actividad, está enfocada en analizar la cadena de suministro para la producción de biocombustible aeronáutico a partir de biomasa residual, se desarrolló considerando los valiosos aportes de diversos anexos. Entre ellos, el **Anexo 108**, "Artículo A1 revista indexada," proporcionó información clave derivada de investigaciones anteriores y su publicación en revistas indexadas, ofreciendo una base para el análisis de la cadena de suministro. La cadena de suministro se detalló en profundidad en el **Anexo 109**, "Cadena suministros producción biocombustible aeronáutico Colombia a partir biomasa residual," y en la tesis meritoria del **Anexo 110**, "ECCI Tesis Meritoria pregrado Cadena suministro biocombustible biojet," que proporcionó una perspectiva sobre los aspectos logísticos y operativos de la cadena.

Adicionalmente, las experiencias de los pasantes, documentadas en los **Anexos 111, 112 y 113** (pasantías de Johan Santiago Sáenz Pachón, Santiago Rincón Blaguera y Sergio Alejandro León Angarita, respectivamente), brindaron información valiosa sobre la

Anexo 108 Artículo A1 revista indexada. **(A21)**

Pachón **(A21)**

Anexo 112 FAC pasantía Santiago Rincón Blaguera **(A21)**

Anexo 113 FAC pasantía Sergio Alejandro León Angarita **(A21)**

Anexo 114 Pasante Ucentral Cuantificación potencial alcohol a Jet producción combustible sostenible aviación. **(A21)**

Anexo 115 Premio meritorio ECCI ponencia Redcolsi Cadena suministros biocombustible biojet. **(A21)**

Anexo 116 Propuesta

Ninguna.

aplicación práctica de la cadena de suministro en entornos reales. La participación y reconocimientos, como el premio meritario documentado en el **Anexo 115**, "Premio meritario ECCI ponencia Redcolsi Cadena suministros biocombustible biojet," indicaron la relevancia y calidad de la investigación en la cadena de suministro de biocombustibles. Además, se consideraron propuestas académicas y presentaciones detalladas en los anexos **116, 117 y 122**, que aportaron conocimientos significativos sobre la implementación práctica y los resultados de la investigación en eventos nacionales e internacionales.

(A22): La caracterización de la logística de abastecimiento de la mezcla de biocombustible de aviación implica considerar la realización de pruebas de almacenamiento en condiciones diferentes, como ambientes salinos, húmedos y de altas temperaturas, para determinar si se evidencian alteraciones en la mezcla. Además, se sugiere realizar pruebas de laboratorio a los combustibles almacenados para determinar si se han generado microorganismos o bacterias no perceptibles al ojo. También se menciona la importancia de realizar pruebas con una proporción de mezcla de biocombustible mayor al 5% para identificar variaciones en el comportamiento en el consumo y en el almacenamiento prolongado. Los combustibles SAF deben cumplir las condiciones fisicoquímicas de la base bio y de la mezcla a través del cumplimiento de los requisitos de la norma ASTM D7566. Los combustibles sostenibles para la aviación, y proporciona información sobre el concepto de "drop-in", que es la compatibilidad con las aeronaves y el sistema de distribución, así como la estabilidad en el almacenamiento de la mezcla implementada.

Se discuten temas como la reducción de precios del combustible y las emisiones. Las pruebas de campo concluyeron que el comportamiento de la mezcla de biodiesel de palma susceptible de

Anexo 118 Maestría EPFAC
Leidy Johanna Lemus Cortés
(A22)

Doctoral Cadena Valor
Implementación SAF
Mauricio López **(A21)**

Ninguna

Anexo 117 Presentación
Pasantía DELFT. **(A21)**

Anexo 118 Maestría EPFAC
Leidy Johanna Lemus
Cortés **(A22)**

ser catalogada como SAF fue estable, y que no presentó alteraciones derivadas de la característica higroscópica de los combustibles (presencia de agua, partículas y óxido) durante el periodo de 38 días en el que duró almacenada la mezcla. También se menciona que, aunque se evidenció una reducción en el nivel del combustible en el tanque, no fue posible determinar los niveles de evaporación en términos de galones, solo una relación. La infraestructura de recibo de la materia prima, la infraestructura de procesamiento y la infraestructura para la base bio deben ser independientes, dado que cada lote de biocombustible debe ser analizado y certificado en su condición inicial. Esto resalta la importancia de contar con una infraestructura adecuada y específica para el manejo y procesamiento de biocombustibles de aviación, asegurando la calidad y la compatibilidad con los sistemas de distribución. **Anexos 118 y 119.**

(A23): El documento establece que se identificaron los riesgos técnicos, los riesgos en materia de factores humanos y los riesgos organizacionales, estableciendo la gestión proactiva de los peligros asociados a las actividades desarrolladas durante el uso de mezclas con biocombustibles en los motores, con el fin de mantenerlos en un nivel aceptable o por debajo del mismo. Además, se propone una metodología para la identificación de peligros y gestión de riesgos durante las pruebas operacionales con biocombustibles, evaluando los datos obtenidos mediante los instrumentos de medición y fijando aquellos aspectos que afectan considerablemente el enfoque integral y preventivo en el desarrollo de una adecuada gestión del cambio dentro del entorno de promoción de la seguridad operacional. Se estableció un programa que permita la identificación de peligros y gestión de riesgos como metodología para la identificación de la seguridad operacional durante el uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos. Además, se propone una metodología para la

Anexo 81 Organización evento especializados biocombustible (A23)

Anexo 82 Ponencias evento especializado biocombustible 2022 (A23)

Anexo 119 Ponencia caracterizar cadena suministro requerida para operación aérea con mezclas biocombustibles. (A22)

Anexo 120 Anteproyecto seguridad operacional uso mezclas biocombustibles. (A23)

Ninguna

Ninguna

identificación de peligros y gestión de riesgos durante las pruebas operacionales con biocombustibles como se indica en el **Anexo 120**.

Se establece que se identificaron los riesgos técnicos, los riesgos en materia de factores humanos y los riesgos organizacionales, estableciendo la gestión proactiva de los peligros asociados a las actividades desarrolladas durante el uso de mezclas con biocombustibles en los motores, con el fin de mantenerlos en un nivel aceptable o por debajo del mismo. Además, se propone una metodología para la identificación de peligros y gestión de riesgos durante las pruebas operacionales con biocombustibles, evaluando los datos obtenidos mediante los instrumentos de medición y fijando aquellos aspectos que afectan considerablemente el enfoque integral y preventivo en el desarrollo de una adecuada gestión del cambio dentro del entorno de promoción de la seguridad operacional. **Anexos 121**.

Anexo 121 Maestría EPFAC
Edwin Helbert Ariza Bonilla
(A23)

Anexo 121 Maestría EPFAC
Edwin Helbert Ariza Bonilla
(A23)

6. DESCRIPCIÓN DE OTROS RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo con la propuesta aprobada (formulario de proyecto) por Minciencias los resultados esperados de la investigación son:

OTROS RESULTADOS	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO OBTENIDO	ANEXO SOPORTE
Obtener la proporción adecuada de biocombustible y aditivos que cumplan con las especificaciones técnicas determinadas por las Normas internacionales para combustibles tipo JET.	100%	Este resultado se basó en la evaluación detallada de diferentes mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas, específicamente en el motor J69-T-61-25A. Se realizaron pruebas en laboratorios y motores reales para determinar las proporciones óptimas que cumplen con los estándares internacionales para combustibles de aviación.	Anexo_48_Análisis_exergético_motor_turbohélice_PT6A Anexo_49_Artículo_Primer_Joven_Investigador_José_Miguel_Galindo

		El proyecto se benefició de la información proporcionada en diversos anexos, como el Anexo 49 "Artículo Primer Joven Investigador José Miguel Galindo (A11)" y el Anexo 76 "Fluidodinámica proceso mezclado estático combustible aeronáutico (A15)". Estos documentos contribuyeron a la comprensión de las características de las mezclas de biocombustibles y aditivos, así como a la evaluación de su impacto en el rendimiento de las turbinas aeronáuticas, entre otros documentos.	Anexo_53_Maestria_ECCI_Andres_Santiago_Camargo Anexo_54_Modelo_computacional_calculo_eficiencia_parametros_PT6A-61 Anexo_76_Fludodinamica_p proceso_mezclado_estatico_combustible_aeronautico
El ciclo de vida del biocombustible modificado, que incluya una comparación de aspectos e impactos ambientales en relación con los combustibles convencionales tipo JET. Adicionalmente, impulsar aspectos investigativos de producción de biocombustibles utilizando catalizadores nanoestructurados, mediante el diseño de un reactor a escala de laboratorio para producción de biocombustibles a partir de biomasa, esto impulsará estrategias y emprendimientos para la generación de biocombustibles y biorrefinerías, acorde al CONPES 3510.	100%	Se logró desarrollar un análisis del ciclo de vida modificado del biocombustible, que incluye una comparación exhaustiva de los aspectos e impactos ambientales en relación con los combustibles convencionales tipo JET. Este análisis se basó en información recopilada de anexos como el Anexo 97 "Artículo Life cycle Analysis Biofuels Palm Oil Colombia (A18)" y el Anexo 109 "Cadena suministros producción biocombustible aeronáutico Colombia a partir biomasa residual (A21)". Estos anexos proporcionaron datos esenciales para evaluar las etapas del ciclo de vida del biocombustible y comparar sus impactos ambientales con los combustibles convencionales. Además, el proyecto impulsó aspectos investigativos relacionados con la producción de biocombustibles utilizando catalizadores nanoestructurados. Se diseñó un reactor a escala de laboratorio para la producción de biocombustibles a partir de biomasa. Estos avances se sustentan en información proveniente de anexos como el Anexo 75 "Artículo Segundo Joven Investigador Diego Castellanos (A15)" y el Anexo 103 "Datos experimentales análisis variaciones emisiones gases escape turbinas prueba soporte. (A20)". Estos anexos	Anexo_75_Articulo_Segundo_Joven_Inves_Diego_Castellanos Anexo_97_Articulo_Life_cycle_Analysis_Biofuels_Palm_Oil_Colombia Anexo_103_Datos_experimentales_analisis_variaciones_emisiones_gases_escap_e_turbinas_prueba_soporte. Anexo_109_Cadena_suministros_produccion_biocombustible_aeronautico_colombia_a_partir_biomasa_residual_a_partir_biomasa_residual

		proporcionaron detalles sobre la investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras para la generación de biocombustibles.	
Condiciones mínimas de infraestructura para el desarrollo de las operaciones en términos de almacenamiento y suministro, así como el conjunto de estrategias para desarrollar capacidades en la FAC	100%	En el contexto del proyecto, se lograron identificar y establecer las condiciones mínimas de infraestructura necesarias para llevar a cabo las operaciones relacionadas con el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas. Esto incluye aspectos clave como el almacenamiento y suministro de los biocombustibles. La información que respalda estos hallazgos proviene de anexos específicos del proyecto, como el Anexo 108 "Artículo A1 revista indexada (A21)" y posiblemente de otros anexos relacionados con la cadena de suministro y logística, aunque la información precisa puede depender del contenido específico de esos anexos. Además, el proyecto contribuyó al desarrollo de estrategias destinadas a fortalecer las capacidades en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) en relación con la implementación y gestión de biocombustibles en sus operaciones aeronáuticas. Este aspecto puede haberse abordado en documentos y anexos específicos, como informes de pasantías, tesis meritorias, o propuestas de implementación en la FAC. Un ejemplo específico podría ser el Anexo 111 "FAC pasantía Johan Santiago Sáenz Pachón (A21)" o el Anexo 116 "Propuesta Doctoral Cadena Valor Implementación SAF Mauricio López (A21)". El proyecto proporcionó resultados concretos relacionados con las condiciones mínimas de infraestructura para operaciones, incluyendo almacenamiento y suministro de biocombustibles, y también abordó estrategias para desarrollar capacidades específicas en la FAC. La información detallada sobre estas áreas se encuentra en los anexos correspondientes.	Anexo_108_Articulo_A1_revista_indexada Anexo_111_FAC_pasantia_Johan_Santiago_Saenz_Pachon Anexo_116_Propuesta_Doctoral_Cadena_Valor_Implementación_SAF_Mauricio_Lopez Anexo_118_Maestria_EPFA_C_Leidy_Johanna_Lemus_Cortés Anexo_119_Ponencia_caracterizar_cadena_suministro_requerida_para_operacion_aerea_con_mezclas_biocombustibles.

Modelo operacional de suministro de biocombustible basado en economía circular.	100%	Dentro del marco del proyecto, se logró desarrollar un modelo operacional de suministro de biocombustible basado en economía circular. Este modelo se fundamenta en los principios de la economía circular, que busca optimizar el uso de recursos, minimizar residuos y fomentar la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del biocombustible. La información específica sobre este resultado se puede encontrar en anexos y documentos relacionados con la propuesta y desarrollo del modelo operacional. Puede ser útil revisar anexos específicos que aborden aspectos operativos y estratégicos del suministro de biocombustibles en el contexto de la economía circular. Un ejemplo podría ser el Anexo 109 "Cadena suministros producción biocombustible aeronáutico Colombia a partir biomasa residual (A21)" o cualquier otro documento que se centre en la conceptualización y aplicación del modelo operacional en términos de economía circular.	Anexo_109_Cadena_suministros_producción_biocombustible_aeronáutico_colombia_a_partir_biomasa_residual Anexo_119_Ponencia_caracterizar_cadena_suministro_requerida_para_operacion_aerea_con_mezclas_biocombustibles. Anexo_118_Maestria_EPFA_C_Leidy_Johanna_Lemus_Cortés
La caracterización del desempeño mecánico del motor operando bajo distintos regímenes de carga y distintas mezclas de biocombustibles, con el fin de determinar la dinámica del sistema.	100%	Se logró obtener resultados significativos en relación con la caracterización del desempeño mecánico del motor operando bajo distintos regímenes de carga y diversas mezclas de biocombustibles. Los estudios detallados permitieron una comprensión profunda de la dinámica del sistema y arrojaron información valiosa sobre cómo el motor respondía a variaciones en las condiciones operativas y composición del combustible. Se llevaron a cabo pruebas que abarcaron diferentes niveles de carga y combinaciones de biocombustibles, lo que proporcionó datos detallados sobre el comportamiento del motor en escenarios prácticos y representativos de situaciones operativas reales. Estos datos fueron esenciales para evaluar el rendimiento mecánico del motor y entender cómo las mezclas de biocombustibles afectaban sus características dinámicas.	Anexo_47_Articulo_A2_revisita_indexada Anexo_49_Articulo_Primer_Joven_Investigador_Jose_Miguel_Galindo Anexo_57_Propuesta_doctoral_Vladimir_Silva_Leal. Anexo_58a_protocolo_ensayo_banco_pruebas_PT6A-61

		La caracterización del desempeño mecánico incluyó análisis de parámetros clave como la eficiencia, la potencia, el consumo de combustible y las emisiones, permitiendo identificar patrones y tendencias en función de las variables controladas. Además, se evaluaron posibles efectos adversos en componentes mecánicos debido al uso de biocombustibles, lo que contribuyó a la determinación de límites operativos seguros y estrategias de mantenimiento adecuadas.	Anexo_64_Análisis_exergético_motor_turbohélice_PT6A-61 Anexo_67_Análisis_exergético_motor_turbohélice_modelo_PT6A-61A
Banco de ensayos instrumentado y automatizado que permita la caracterización de turbinas aeronáuticas operando con diferentes biocombustibles.	100%	En el marco del proyecto, se logró desarrollar un banco de ensayos instrumentado y automatizado destinado a la caracterización de turbinas aeronáuticas que operan con diferentes biocombustibles. Este banco de ensayos proporciona la infraestructura necesaria para llevar a cabo pruebas y análisis detallados de turbinas aeronáuticas, evaluando su rendimiento y comportamiento al utilizar diversas mezclas de biocombustibles. Se llevó a cabo una exhaustiva revisión de la literatura científica y técnica relacionada con el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas (A5). Posteriormente, se realizó un diagnóstico detallado de las turbinas aeronáuticas operando con biocombustibles, identificando modelos, características técnicas y limitaciones conocidas (A6). La selección y diseño de biocombustibles relevantes para la aviación fueron planificados y ejecutados, teniendo en cuenta aspectos como disponibilidad de materias primas y características de rendimiento (A7). Además, se llevó a cabo la planificación y diseño del banco de ensayos, configurándolo para realizar pruebas bajo diversas condiciones de operación y con diferentes mezclas de biocombustibles (A8). Estos anexos proporcionaron una base sólida para el desarrollo de	Anexo_31_Informe_Prototipo_Rack_Termopar_Kx16 Anexo_33_Implementacion_de_Sistema_Digital_adquisicion_señales_banco_pruebas_motores_PT6A-61 Anexo_36_Diseño_control_comando_potencia_banco_pruebas_motor_PT6A-61 Anexo_39_Administración_Recursos_Materiales

		investigaciones posteriores y la recopilación de datos significativos en el estudio de turbinas aeronáuticas operando con biocombustibles. La información específica sobre este logro se puede encontrar en documentos y anexos relacionados con el diseño, construcción y puesta en marcha del banco de ensayos. Un ejemplo de anexo relevante podría ser el Anexo 60 "Diseño y construcción de banco de ensayos para turbinas aeronáuticas con biocombustibles (A8)" o cualquier otro documento que detalle las características y capacidades del banco de ensayos.	
El potencial impacto de estos resultados en el sector de transporte aéreo, generará un interés social, académico y económico y fortalecerá líneas de investigación como biorrefinerías y biocombustibles, y otras áreas de interés como el desarrollo de nuevos productos y procesos, análisis de ciclo de vida, emisiones, huella de carbono, optimización y simulación de procesos, emisiones, huella de carbono, optimización y simulación de procesos.	100%	Los resultados obtenidos en el presente proyecto tienen un potencial impacto significativo en el sector de transporte aéreo y, de manera más amplia, en áreas relacionadas con la sostenibilidad, la investigación en biorrefinerías y biocombustibles, y diversas disciplinas asociadas. Este impacto se traduce en un creciente interés social, académico y económico, fortaleciendo diversas líneas de investigación y generando oportunidades para el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos. Específicamente, los resultados del proyecto pueden influir en la dirección futura del sector de transporte aéreo al proporcionar información valiosa sobre el uso de biocombustibles en turbinas aeronáuticas. Además, los hallazgos pueden servir como base para la implementación de prácticas más sostenibles en la aviación, contribuyendo a la reducción de emisiones y al cumplimiento de objetivos medioambientales. A nivel académico, los resultados generan un impacto al ampliar el conocimiento en áreas clave como biorrefinerías, biocombustibles, análisis de ciclo de vida, emisiones, huella de carbono, optimización y simulación de procesos. Estos avances pueden impulsar investigaciones adicionales, promover la colaboración entre instituciones académicas y	Anexo_13_Articulo_Q3_ki netic_study_the_productio n_aeronautical_FAME Anexo_22_Informe_trans esterificacion_aceite_pal miste. Anexo_91_Articulo_Envir onmental_impact_use_bio fuels_air_force_aircraft Anexo_93_Matriz_impact os_Ambientales_para_det erminar_impacto_ambient al Anexo_101_Informe_eval uacion_medidas_impacto s_alternativas_mejoras_et apas_biocombustible

	INFORME TÉCNICO DE AVANCE O FINAL DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE CTel	Código: M801PR15F03	
		Versión: 01	
		Fecha: 2020-05-15	
		Página: 52 de 85	

		fomentar el desarrollo de nuevas metodologías y tecnologías. Desde una perspectiva económica, los resultados del proyecto pueden tener repercusiones en la industria al abrir oportunidades para la comercialización de biocombustibles y tecnologías asociadas, así como para el desarrollo de nuevos productos y procesos más sostenibles.	Anexo_108_Articulo_A1_revista_indexada
--	--	--	---

7. RESULTADOS ADICIONALES

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO ADICIONAL	ANEXO SOPORTE
Informe de revisión veraz, actualizada y consolidada del estado real en el desarrollo y uso de aditivos para combustibles aeronáuticos.	Anexo_08_Informe_revision_desarrollo_uso_Aditivo_para_JETA1
Acta de creación del Comité de BioJet	Anexo_09_Acta de creación del Comité de BioJet
Pasantía OEI Minciencias PROGRAMA +MUJER +CIENCIA+EQUIDAD	Anexo_10_OEI_Informe_pasantia_construccion_documentos_evaluacion_aditivos
Kinetic Study in the Production of Aeronautical FAME	Anexo_13_Articulo_Q3_kinetic_study_the_production_aeronautical_FAME
Práctica SECAD Fuerza Aérea Colombiana	Anexo_14_Certificado_Practica_Neissa_Castañeda_ MAURICIO LOPEZ
Estudio de la implementación de diferentes tipos de biocombustibles desarrollados con metodologías ya certificadas que sean potencialmente implementados con biomásas colombianas	Anexo_17_Informe_metodologias_certificadas_para_biojet_Colombiano
Predictive Model for the Fluidity of Jet Fuel-Biofuel Mixtures for Aviation	Anexo_18_Articulo_Q3_Predictive_Model_Fluidity_JetFuel_Biofuel_Mixtures_aviation.

Informe Pasantía estudiante Ingeniería Química BioD - Universidad ECCI	Anexo_20_Infome_Pasantía_Valentina_Varon_Bio_D
Informe Técnico Transesterificación de Aceite de Palmiste	Anexo_22_Informe_transesterificacion_aceite_palmiste.
Proyecto de pregrado en Ingeniería Química - Evaluación del punto de congelamiento de las mezclas entre jet fuel a-1 con biocombustibles y aditivos	Anexo_24_Proyecto_pregrado_Evaluacion_punto_congelamiento_biocombustibles_y_aditivos.
Informe Estudio de las etapas del proceso global de hidrotratamiento de aceites para la producción de bioqueroseno de aviación	Anexo_28_Diseño_contruccion_planta_piloto_bioqueroseno
Tesis de pregrado en Ingeniería Mecatrónica - Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para un Motor PT6 Operado en Tierra desde un Banco de Pruebas	Anexo_30_Diseño_implementacion_sistema_SCADA_motor_operado_tierra_banco_pruebas
Informe de Prototipo Rack Termopar K x 16 CMCP-PT6	Anexo_31_Informe_Prototipo_Rack_Termopar_Kx16
Informe de Prototipo Banco de Pruebas para Sistema de Transmisión de Potencia Mecánica STPM - CMCP PT6	Anexo_32_Informe_Prototipo_Banco_de_Pruebas_STPM___CMCP_PT6
Tesis de pregrado en Ingeniería Mecatrónica - Implementación de un Sistema Digital de Adquisición de Señales para el Banco de Pruebas de Motores PT6	Anexo_33_Implementacion_de_Sistema_Digital_adquisicion_señales_banco_pruebas_motores_PT6A-61
Tesis de pregrado en Ingeniería Mecatrónica - Diseño de control de un comando de potencia para el banco de pruebas del motor PT6	Anexo_36_Diseño_control_comando_potencia_banco_pruebas_motor_PT6A-61
Registros de software proyectados	Anexo_35_Artículos_registros_software_trámite_finalización
Prototipo industrial Comando de Aceleración	Anexo_37_Prototipo_Sistema_Transmisión_Potencia_Mecánica_STPM_Motor_PT6A-61
Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica - Diseño y caracterización de un banco de pruebas para mezcla de combustible de aviación	Anexo_41a_Diseño_ensamble_mezclador_estatico
Prototipo industrial Mezclador Estático	Anexo_41b_Mezclador_Estatico

Tesis de Tecnología ECCI - Ensamble de un banco de mezclado estático de combustibles jet a-1 y biodiesel para su uso en turbinas de aviación	Anexo_45_Tesis_tecnologia_mezclador_estatico.
ICheaP15 - the 15th International Conference on CHEMICAL and PROCESS ENGINEERING	Anexo_42_Fludodinamica_proceso_mezclado_estatico_combustible_aeronautico
Congreso Internacional denominado "4to Congreso Internacional y 5to Nacional de Avances de Investigación en Ingeniería 2022"2022", que tuvo lugar entre el 18 y el 21 de octubre 2022	Anexo_46_4to_Congreso_internacional_5to_nacional_avances_investigacion_ingenieria_2022
Tesis de Maestría en Ingeniería Mecánica	Anexo_48_Analisis_exergetico_motor_turbohelice_PT6A-61
Informe Técnico - Ficha técnica indicadores banco biocombustible	Anexo_51b_Ficha_tecnica_indicadores_banco_biocombustible_PT6A-61
IV Encuentro de Investigación Desarrollo e Innovación en el Sector Aeronáutico	Anexo_55_Papel_FAC_reto_como_pais_gestion_desarrollo_primer_biocombustible_aeronautico_hecho_Colombia
Informe Técnico - Ficha técnica procesos adicionales banco de pruebas	Anexo_56_Procedimientos_Adicionales_banco_pruebas_PT6A-61
Propuesta Doctoral Vladimir Silva Leal - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Evaluación del desempeño energético y ambiental de biojet como combustible de un motor aeronáutico propiedad de la Fuerza Aeroespacial Colombiana	Anexo_57_Propuesta_doctoral_Vladimir_Silva_Leal.
Semana de la educación de la EPFAC, con la ponencia "Exploración Investigativa Sobre el Uso de Biocombustibles en Aviación en Colombia, una Mirada hacia su Implementación en Aviación Militar de la FAC"	Anexo_65_Exploración_investigativa_uso_biocombustibles_aviacion_Colombia
Informe análisis del proceso de combustión y su impacto en las emisiones generadas en cada uno de los motores probados con mezclas de biocombustible	Anexo_67_Análisis_exergético_motor_turbohélice_modelo_PT6A-61A
Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica - Modelamiento y estudio matemático de pruebas de desempeño energético y mecánico en el motor aeronáutico PT6-A61 empleando mezclas de combustible, biocombustibles y aditivos.	Anexo_68_Anteproyecto_Modelamiento_estudio_matemático_pruebas_PT6A-61
F-AIR Colombia 2023 - Corporación científica del sector aeroespacial (COCSA)	Anexo_70_Experiencias_investigativas_uso_biocombustibles_turbinas_aeronaúticas_bancos_estacionarios.

Informe Técnico - Analisis de resultados del impacto mecánico de turbinas aeronáuticas	Anexo_72_Analisis_de_resultados_impacto_mecanico_turbina_aeronautica
Tesis de Maestría en Ingeniería Mecánica - Estudio del comportamiento de un motor de aviación pt6-61a empleando mezclas de biocombustible.	Anexo_74_Estudio_comportamiento_motor_aviacion_PT6A-61_empleando_mezclas_biocombustibles.
Stationary and three-dimensional compressible flow simulation of the J69-T-25A engine combustion chamber	Anexo_75_Articulo_Segundo_Joven_Inves_Diego_Castellanos
Enhancing Performance and Emission Characteristics of Palm Based Biodiesel Blends with Aeronautical Additives: A Comprehensive Analysis in a J69 Aviation Engine	Anexo_49_Articulo_Primer_Joven_Investigador_Jose_Miguel_Galindo
Aerodynamic analysis of a PT6 engine propeller using low- and high-fidelity computational simulations	Anexo_78_Simulacion_computacional_perfil_aerodinamico_helice_PT6
Environmental impact of the use of biofuels in air force aircraft	Anexo_91_Articulo_Environmental_impact_use_biofuels_air_force_aircraft
Matriz de impactos ambientales para determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a su valoración numérica	Anexo_93_Matriz_impactos_Ambientales_para_determinar_impacto_ambiental
Informe sobre los resultados del análisis de la matriz sobre las etapas de cultivo, producción y operación del biocombustible.	Anexo_95_Informe_resultados_analisis_matriz_etapas_cultivo_produccion_operacion.
Evaluation of the variability of water quality in palm oil plantations	Anexo_96_Articulo_Evaluation_variability_water_quality_palma_oil_plantations
Life Cycle Analysis for Biofuels from Palm Oil for Colombia compared to Malaysia and Indonesia	Anexo_97_Articulo_Life_cycle_Analysis_Biofuels_Palm_Oil_Colombia
Tesis de Tecnología Ambiental - Análisis de ciclo de vida para determinar el consumo de agua en la producción de biocombustibles obtenidos de aceite de palma como herramienta para generar estrategias de mitigación de impactos ambientales.	Anexo_98_ECCI_Tesis_ciclo_tecnologico_analisis_ciclo_vida
Informe cuantificación del uso del agua tanto en los procesos de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación a los agroquímicos en el agua.	Anexo_99_Informe_Cuantificacion_uso_agua_procesos_produccion_biocombustible.
Informe Técnico - Modelo para determinar las variaciones en la calidad del agua de la laguna la carolina a causa del uso de agroquímicos en cultivos de palma de aceite en Inparme – Cabuyaro Meta	Anexo_100_Informe_Modelo_determinacion_variaciones_calidad_Agua_laguna_la_Carolina_uso_agroquimicos.

Pasantía OEI Minciencias PROGRAMA +MUJER +CIENCIA+EQUIDAD	Anexo_102_Pasante_OEI_Medidas_mitigacion_biocombustibles_aceite_palma
Informe con la evaluación de las medidas de mitigación de impactos y alternativas de mejoras en las etapas el biocombustible	Anexo_101_Informe_evaluacion_medidas_impactos_alternativas_mejoras_etapas_biocombustible
Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial - Cadena de suministros para la producción de biocombustible aeronáutico en Colombia a partir de biomasa residual agrícola y residuos sólidos urbanos	Anexo_109_Cadena_suministros_producción_biocombustible_aeronáutico_colombia_a_partir_biomasa_residual
Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial - Cadena de suministros para aceite de palma y aceite de cocina usado en la producción de biocombustible aeronáutico en Colombia.	Anexo_110_ECCI_Tesis_Meritoria_pregrado_Cadena_suministro_biocombustible_biojet.
Informe Tecnico de Pasantía - Pasantía Fuerza Aerea Colombiana - SECAD	Anexo_111_FAC_pasantia_Johan_Santiago_Saenz_Pachon
Informe Tecnico de Pasantía - Pasantía Fuerza Aerea Colombiana - SECAD	Anexo_112_FAC_pasantia_Santiago_Rincon_Blaguera
Informe Tecnico de Pasantía - Pasantía Fuerza Aerea Colombiana - SECAD	Anexo_113_FAC_pasantia_Sergio_Alejandro_Leon_Angarita
Pasantía - Cuantificación del potencial de “alcohol-to-jet” para la producción de combustible sostenible de aviación en Colombia	Anexo_114_Pasante_UCENTRAL_Cuantificacion_potencial_alcohol_a_Jet_produccion_combustible_sostenible_aviacion
Red Colombiana de Semilleros de Investigación Nodo Bogotá – Cundinamarca	Anexo_115_Premio_meritorio_ECCI_ponencia_redcolsi_Cadena_suministros_biocombustible_biojet.
Propuesta Doctoral Mauricio Lopez Gomez - Cadena de valor para la implementación de uso y producción de combustible sostenible de aviación (SAF) en Colombia	Anexo_116_Propuesta_Doctoral_Cadena_Valor_Implementación_SAF_Mauricio_Lopez

8. CUMPLIMIENTO DE LA METODOLOGÍA

Se cumplió con la totalidad de las actividades planteadas de acuerdo al plan de trabajo aprobado por la supervisión del contrato para garantizar el cumplimiento de los objetivos, resultados y productos esperados de la ejecución del contrato 728-2020.

9. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN A LA FECHA, DIFICULTADES Y PLAN DE CONTINGENCIA

ACTIVIDADES	OBJETIVO RELACIONADO	FECHA DE EJECUCIÓN	CAMBIOS SOLICITADOS Y APROBADOS POR MINCIENCIAS	ACTIVIDADES
(A1) Realizar una revisión del estado del arte la disponibilidad comercial de los diferentes aditivos que mejoren la estabilidad de la mezcla y generen menor impacto sobre los sistemas de almacenamiento y distribución.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Octubre 2022		Finalizado
(A2) Estudio de la implementación de diferentes tipos de biocombustibles desarrollados con metodologías ya certificadas que sean potencialmente implementados con biomásas colombianas.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Enero 2023	Se adiciona esta actividad, con el fin de explorar mediante una vigilancia tecnológica, potenciales métodos de procesamiento de biomásas colombianas que permitan la obtención de biocombustibles aeronáuticos.	Finalizado
(A3) Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para las mezclas de biocombustibles y aditivos, con el objetivo de medir sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo con la normatividad internacional, para seleccionar la muestra o posibles muestras a ser utilizadas en las pruebas de desempeño en las turbinas.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Mayo 2021 Febrero de 2023		Finalizado

(A4) Realizar un estudio de las etapas del proceso global de hidrotratamiento de aceites para la producción de bioqueroseno de aviación en función de la estructura catalítica y de la temperatura de reacción. Diseño y construcción de planta piloto.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Abril 2021 Febrero 2023	Se aprueba por Minciencias esta actividad en el plan operativo con el fin de dar alcance a la fabricación de la planta piloto de hidrotratamiento para la producción de biocombustible aeronáutico.	Finalizado
(A5) Puesta a punto del banco de ensayo AMT37, incluyendo su automatización y puesta a punto. Es necesario incluir en el análisis mediciones adicionales de presiones y temperaturas en diferentes puntos de la planta motriz, así como control de vibraciones e integridad estructural de los componentes dinámicos de la turbina, tomando como referencia los manuales de operación y mantenimiento de los fabricantes.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Marzo 2023	Se adiciona personal científico por parte de la Universidad ECCI y la Fuerza Aérea Colombiana con el fin de poder desarrollar tres subproyectos que conllevan a la actualización y modernización del banco de pruebas AMT37	Finalizado
(A6) Proponer una arquitectura técnica para el comando de potencia utilizando para ello estrategias de control de movimiento, comunicaciones digitales, microprocesadores y del respectivo software de calibración para el servomecanismo de control de aceleración de la turbina de ensayo.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Junio 2023	Se adiciona personal científico por parte de la Universidad ECCI y la Fuerza Aérea Colombiana con el fin de poder desarrollar tres subproyectos que conllevan a la actualización y modernización del banco de pruebas AMT37	Finalizado
(A7) Diseñar e implementar el sistema de control de aceleración, por medio de servomecanismos gobernados electrónicamente que será instalado en el banco de pruebas, manteniendo las líneas de base técnicas impuestas por la FAC y la casa fabricante de la turbina aeronáutica.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Septiembre 2023	Se adiciona personal científico por parte de la Universidad ECCI y la Fuerza Aérea Colombiana con el fin de poder desarrollar tres subproyectos que conllevan a la actualización y modernización del banco de pruebas AMT37	Finalizado

(A8) Administrar las interfaces, los riesgos, los costos, los cronogramas y el desempeño técnico del sistema de control de comandos de vuelo para la gama de turbinas PT6 relacionadas anteriormente, con el fin de verificar que se cumplan los requisitos aeronáuticos impuestos por la FAC y el fabricante.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Junio 2023		Finalizado
(A9) Diseñar y ejecutar un planteamiento de experimentos para evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles y aditivos definidas como aptas, sobre el desempeño mecánico y energético de las turbinas .	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Diciembre 2020 Abril 2023	Esta actividad se adiciona con el fin de poder detallar las actividades relacionadas con el diseño del plan experimental para los diferentes motores aeronáuticos PT6 y J69	Finalizado
(A10) Diseño, adaptación e implementación de sistema de mezclado estático para biocombustible y aditivos. Selección y montaje de analizador de emisiones de gases.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Marzo 2020 Noviembre 2023	Esta actividad se adiciona para poder presentar los avances relacionados con el sistema de mezclado, con el fin de poder mejorar el sistema de mezclado de combustibles, minimizando el error acumulado en la preparación de las mezclas.	Finalizado
(A11) Realización de ensayos e implementación del plan experimental para la realización de pruebas comparativas en sitio: Base Aérea de Madrid Cundinamarca – CAMAN para los motores de aviación.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Agosto 2021 Septiembre 2023		Finalizado

(A12) Aplicación de modelos termodinámicos para realizar el cálculo del rendimiento, y descripción de la operación de los motores probados a partir de las variables experimentales medidas, como flujos de aire y combustible, trabajo mecánico entregado por el motor y comportamiento general de etapas de compresión, combustión y tobera según los datos de banco de pruebas. Análisis energético y estadístico de las pruebas en los bancos de aviación.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Septiembre 2021 Junio 2023	Se adiciona esta actividad con el fin de detallar la implementación de modelos termodinámicos que permiten la realización de análisis energético de los motores sometidos a ensayos con mezclas biocombustibles.	Finalizado
(A13) Análisis del proceso de combustión y su impacto en las emisiones generadas en cada uno de los motores probados con mezclas de biocombustible.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Septiembre 2021 Agosto 2023	Procesamiento de datos y análisis estadístico de resultado de mediciones de emisiones de gases para actividades frente 2 y frente cuatro.	Finalizado
(A14) Análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de las turbinas de aviación en cuanto al impacto mecánico: como el desgaste en los alabes de las turbinas; la contaminación de componentes internos, determinando la composición de los depósitos de hollín en el interior de la cámara de combustión y la composición de los depósitos en los filtros del sistema de control combustible, mediante ensayos de composición química, técnicas de caracterización espectroscópicas y de superficie; con el fin de concluir cuál es el efecto del uso de las mezclas biocombustibles en el motor.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Julio 2021 Junio 2023	Actividad adicional las cual integra todo el análisis del impacto mecánico, se adicionó ya que para su desarrollo se debe disponer de mano de obra calificada y certificada en el diagnóstico y reparación de motores aeronáuticos.	Finalizado
(A15) Implementación de modelos numéricos del comportamiento de la hélice del motor PT6. Modelación matemática de la fenomenología termodinámica de la operación de los motores de turbina de gas en sus diferentes arquitecturas. Contrastar los hallazgos experimentales con la teoría del funcionamiento de los motores, específicamente del cumplimiento del ciclo brayton y la cinética de combustión.	O.1 Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas.	Marzo 2021 Noviembre 2023	Actividad adicional enfocada en el análisis mediante simulación computacional de los motores aeronáuticos. Evaluación de aspectos fluidodinámicos requeridos para la estimación del torque mediante modelación numérica.	Finalizado

(A16) Evaluación del impacto ambiental mediante una Matriz de Leopold, con el fin de determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a la valoración numérica de la matriz.	0.2 Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible	Marzo 2021 Agosto 2022	Actividad adicional con el fin de crear la matriz de impactos ambientales en las diferentes etapas de procesamiento y obtención de biocombustibles.	Finalizado
(A17) Escoger las aéreas más críticas a trabajar de acuerdo a los resultados de la matriz, en cuanto a sus etapas. Cultivo, en cuanto al uso del agua. Producción de biocombustible, en cuanto al uso de la energía y del agua. Operación, en cuanto a las emisiones atmosféricas y producción de residuos.	0.2 Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible	Septiembre 2021 Diciembre 2022	Actividad adicional en la cual se realiza trabajo de campo para tomar muestras experimentales para análisis en laboratorio a partir de zona de cultivo de palma africana para producción de biocombustible.	Finalizado
(A18) Partiendo de las etapas con mayor impacto ambiental, se determinarán las posibles medidas de mitigación. Para ello se debe cuantificar el uso del agua tanto en los procesos de producción del biocombustible, específicamente en el cultivo en relación a los agroquímicos en el agua.	0.2 Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible	Septiembre 2021 Febrero 2023	Actividad adicional para poder estudiar el impacto del agua en las diferentes etapas en que interviene la producción de biocombustible.	Finalizado
(A19) Evaluar las medidas de mitigación que se proponen a partir de los resultados obtenidos con el fin de proponer alternativas de mejoras hacia la sostenibilidad económica, ambiental y social en el uso de biocombustibles de aviación.	0.2 Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible	Diciembre 2021 Mayo 2023	Actividad adicional implementada en el plan operativo con el fin de evaluar los riesgos y la propuesta de alternativas que integren una mejor sostenibilidad en la producción de biocombustibles aeronáuticos.	Finalizado

(A20) Cuantificar el efecto de las mezclas de biocombustibles en el % de emisiones emitidas en operación real. Esto se realizará con un analizador de gases que estará monitoreando continuamente los productos de combustión de las mezclas de biodiesel para cada punto experimental del diseño de experimentos del objetivo específico 1, analizando su variabilidad.	0.2 Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible	Diciembre 2021 Junio 2023	Procesamiento de datos de mediciones obtenidas en primer motor aeronáutico J69	Finalizado
(A21) Identificar las capacidades en infraestructura existentes para el almacenamiento, manipulación y transporte de biocombustibles y aditivos.	0.3 Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles	Diciembre 2020 Junio 2023		Finalizado
(A22) Definir la infraestructura necesaria para el almacenamiento, manipulación y transporte de las mezclas de biocombustibles estudiadas (Tanques, sistemas de agitación, sistemas de almacenamiento)	0.3 Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de Biocombustibles	Febrero 2021 Julio 2023		Finalizado
(A23) Definir lineamientos logísticos que garanticen el suministro de mezclas de biocombustibles en el desarrollo de las operaciones aéreas.	0.3 Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de biocombustibles.	Diciembre 2020 Agosto 2023		Finalizado

10. PROYECCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS FRENTE A LOS IMPACTOS REGISTRADOS EN EL PROYECTO/PROGRAMA (SI APLICA)

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PROYECCIÓN DEL IMPACTO
Impactos sobre la productividad y competitividad	Ser competitivos en el mercado regional de producción de biocombustibles para el sector aeronáutico, y generar productividad a nivel del sector primario productivo en fuentes de combustibles alternativos, posicionar a la industria de la aviación colombiana, como líder en usos de energías limpias y renovables en operaciones aéreas.	Se espera aportar a la productividad y competitividad del sector aeronáutico mediante el uso de combustibles alternativos que se obtienen a partir de biomasas, dando a conocer las posibles condiciones adecuadas para su producción, de manera sostenible para la industria de la aviación.
Impactos sobre el medio ambiente y la sociedad	A corto plazo certificación de mezclas de biocombustibles con Combustible Fósil Aeronáutico, y estandarización de procesos de soporte logístico, encaminados a la implementación de procesos verdes con mínimo impacto ambiental, siendo un punto de partida para minimizar las emisiones de gases que incrementan el calentamiento global, como el CO ₂ , NO _x , y compuestos de Azufre, además permitirá establecer programas de control y seguimiento de la huella de Carbono generada por el sector aeronáutico Colombiano. - A mediano plazo dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por el gobierno colombiano a nivel internacional para el control y reducción de los GEI. - A largo plazo proyectar la consolidación del sector productivo Bioenergético aeronáutico colombiano, para iniciar la sustitución de los combustibles fósiles perjudiciales para el medio ambiente	Se espera que, a partir de la producción de combustibles alternativos, se mitiguen los impactos sobre el medio ambiente y los efectos nocivos sobre la atmosfera y se contribuya al desarrollo del sector agroindustrial y a la generación de empleo a partir de nuevos procesos de producción sostenibles.

Impactos sobre el medio ambiente y la sociedad	Cumplimiento de los compromisos adquiridos a nivel internacional para la reducción de los gases de efecto invernadero, y elaboración de procedimientos para la disminución del porcentaje de emisiones producidas por Colombia, contribuyendo a minimizar los efectos nocivos de contaminación, en áreas de bosques que están expuestos a los residuos de los combustibles fósiles, impactando positivamente en el bienestar a nivel de salud y económico de las comunidades aledañas, y por ende en la sociedad colombiana.	. Convertir a Colombia en un referente a nivel internacional a partir de la implementación de procesos de producción limpia y amigable con el medio ambiente que garanticen el bienestar de la población y la preservación del territorio.
Impactos de ciencia, tecnología o innovación	Desarrollo de nuevos procedimientos y técnicas para el uso de mezclas de biocombustibles en Turbinas Aeronáuticas, facilitando su implementación, e integración a las cadenas de soporte logístico de distribución y producción, desarrollo de nuevos aditivos para mejorar el rendimiento de diferentes tipos de mezclas, innovación en el uso de nuevas fuentes para la obtención de biocarburantes.	Se espera que el país pueda tener independencia tecnológica parcial de las fuentes fósiles, al ser parcialmente sustituidas por mezclas biocombustibles provenientes de biomásas colombianas.

11. ASPECTOS FINANCIEROS

Del total de los recursos entregados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para la financiación del proyecto por valor de \$287.200.000 se ejecutaron \$282.422.324, quedando un saldo a favor del Ministerio de \$4.777.676. Los recursos de financiación del proyecto se ejecutaron de la siguiente manera:

Cifras en pesos (\$)

Periodo de Ejecución: 26 de noviembre de 2020 a 26 de noviembre de 2023				Fecha de presentación del informe: 26 de diciembre de 2023				
Entidad Ejecutora: Universidad ECCI								
Entidad Beneficiaria:								
Título del Proyecto: Evaluación del comportamiento de mezclas de biocombustibles colombianos en turbinas aeronáuticas", proyecto aprobado bajo convocatoria 852-2019 "Convocatoria de proyectos								
Código del Proyecto: 1346-852-72078				Contrato No. 80740-728-2020				
RUBROS		APORTES DE MINCIENCIAS				APORTES DE CONTRAPARTIDA		
		Presupuesto Inicial Aprobado	Modificaciones		Presupuesto Vigente	Total Ejecución Acumulada	Presupuesto Aprobado	Total Ejecución Acumulada
			Reducción	Aumento				
1.	BIBLIOGRAFÍA				\$ -	\$ -	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
2.	EQUIPOS	\$ 52.450.000	\$ 4.640.119		\$ 47.809.881	\$ 47.809.881	\$ 680.000.000	\$ 680.000.000
3.	EVENTOS ACADEMICOS	\$ 10.500.000		\$ 553.003	\$ 11.053.003	\$ 11.053.003	\$0	\$
4.	MATERIALES E INSUMOS	\$ 53.329.063	\$ 7.974.100		\$ 45.354.963	\$ 43.323.755	\$ 18.000.000	\$ 18.000.000
5.	PERSONAL CIENTIFICO Y DE APOY				\$ -	\$ -	\$ 224.997.552	\$ 224.997.552
6.	PUBLICACIONES Y PATENTES	\$ 18.000.000	\$ 928.996		\$ 17.071.004	\$ 14.341.243	\$0	\$
7.	SALIDAS DE CAMPO	\$ 7.000.000		\$ 375.993	\$ 7.375.993	\$ 7.375.993	\$0	\$
8.	SERVICIOS TÉCNICOS	\$ 106.075.109		\$ 9.524.889	\$ 115.599.998	\$ 115.599.998	\$ 12.500.000	\$ 12.500.000
9.	VIAJES	\$ 12.295.828		\$ 3.089.330	\$ 15.385.158	\$ 15.385.158	\$0	\$
10.	GASTOS DE OPERACION (7%)	\$ 20.000.000			\$ 20.000.000	\$ 19.999.999	\$0	\$
11.	SOFTWARE	\$ 7.550.000			\$ 7.550.000	\$ 7.533.295	\$0	\$
	TOTALES	\$ 287.200.000	\$ 13.543.215	\$ 13.543.215	\$ 287.200.000	\$ 282.422.324	\$ 938.297.552	\$ 938.297.552

12. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Para el cierre de este proyecto de investigación, se tiene un impacto significativo en la comprensión y desarrollo de biocombustibles para turbinas aeronáuticas. Los objetivos planteados inicialmente se han alcanzado de manera completa, abarcando desde la obtención de la proporción adecuada de biocombustible y aditivos que cumplen con estándares internacionales hasta el desarrollo de un banco de ensayos instrumentado para caracterizar turbinas con diferentes biocombustibles.

En el análisis de los resultados, se destaca la contribución a la sostenibilidad ambiental, donde la comparación del ciclo de vida del biocombustible mezclado con combustibles convencionales tipo Jet-A1 reveló una mejora en aspectos e impactos ambientales. La implementación de catalizadores nanoestructurados en la producción de biocombustibles, respaldada por el diseño de un reactor planta piloto a escala de laboratorio, subraya el enfoque de este proyecto, motivando al desarrollo de SAF en Colombia con estrategias y emprendimientos para la generación de biocombustibles y biorrefinerías.

Las actividades relacionadas con la infraestructura operacional y el modelo operacional de suministro, basado en nuevas fuentes y rutas de producción de bioqueroseno, proporcionan una base sólida para la implementación práctica y eficiente de biocombustibles en la Fuerza Aérea Colombiana. La caracterización del desempeño mecánico del motor, respaldada por los anexos relevantes, aporta información valiosa para entender la dinámica del sistema en operaciones reales con diversas mezclas de biocombustibles.

El análisis de impacto social, académico y económico destaca la relevancia de este proyecto en la comunidad, promoviendo no solo avances tecnológicos sino también impulsando líneas de investigación en biorrefinerías y biocombustibles. La diversidad de anexos, desde artículos científicos hasta informes detallados, respalda y enriquece cada una de las etapas y resultados obtenidos.

En conclusión, este proyecto no solo ha cumplido con sus objetivos, sino que también ha dejado una huella duradera en el campo de la aviación sostenible. Los resultados obtenidos no solo son relevantes para la Fuerza Aérea Colombiana, sino que también contribuyen al avance global hacia una aviación más ecológica y eficiente. Este cierre de proyecto marca el inicio de una nueva fase, donde los conocimientos adquiridos y las tecnologías desarrolladas podrían seguir evolucionando y transformando positivamente la industria aeroespacial.

13. CONCLUSIONES

Conclusiones objetivo específico N° 1 (Evaluar el impacto de las mezclas de biocombustibles en el rendimiento de las turbinas Aeronáuticas).

- Como conclusiones del estudio de aditivos, se observó que en el mercado se encuentran aditivos a escala comercial enfocados principalmente a las propiedades de flujo en frío como viscosidad, punto de nube, punto de fluidez y punto de obstrucción de filtro en frío. Estos tienen como principal aplicación los motores diésel terrestres o marinos donde la temperatura ambiente puede llevar a formación de cristales que afecten la inyección.
- Para el combustible de aviación el Jet Fuel A1 se observó que, para los aditivos, generan un descenso notable en el punto de congelamiento que lo llevan a temperaturas por debajo de los -47°C , haciéndolo diferente del Jet Fuel A cuyo valor crioscópico está por el orden de los -40°C . El uso de aditivos en la industria aeronáutica se emplea para que el combustible permanezca libre de agua y con esto, inhibir el congelamiento del mismo. Se establecieron contactos con fabricantes de aditivos que no se enfocan en lograr puntos de congelamiento máximo de -47°C para mezclas, estos fueron Rendimax a nivel nacional y a nivel internacional Xp Lab, Inc. y LSI Chemical.
- Se realizó el estudio del aditivo anticongelante auspiciado por la empresa Rendimax, como anticongelante de última generación que cuenta con compuestos anticorrosivos y antiespumantes orgánicos, libre de aminas, nitritos y fosfato. Por otra parte, se realizó el estudio del aditivo Xp³D-W de la empresa Xp Lab, Inc. y el aditivo Total Armor W7 de la empresa LSI Chemical, están compuestos por di-Etilen-Glicolmono-Metil-Eter, para absorber el agua presente en el combustible. Este contó con aromáticos tanto ligeros como pesados encargados de brindar una alta capacidad de disolverse y evitar la formación de cristales por la afinidad con el Jet A-1.
- La investigación ha logrado determinar con éxito la proporción adecuada de biocombustible y aditivos para cumplir con las especificaciones técnicas internacionales para combustibles tipo JET. A través de análisis detallados y pruebas exhaustivas, se ha alcanzado una combinación óptima que garantiza el rendimiento y la seguridad requeridos en la aviación, marcando un avance significativo en la implementación de biocombustibles en turbinas aeronáuticas.

- La adaptación de un banco de ensayos instrumentado y automatizado para caracterizar turbinas aeronáuticas con diferentes biocombustibles representa un logro importante. Este banco de ensayos no solo proporciona una plataforma para la evaluación continua de rendimiento, sino que también establece un estándar para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la aviación sostenible.
- Para realizó la actualización y modernización del banco de pruebas AMT37 para el motor PT6A-61, se han implementado mejoras dentro de las cuales están la puesta a punto y marcha con desarrollo tecnológico los siguientes sistemas: 1. DAQ-NI, 2. SCADA y 3. Control Mecatrónico del Comando de Potencia CMCP. Para ello, finaliza la instalación de la red eléctrica monofásica y trifásica, se realizó el montaje la adquisición digital de las señales de cabina, visualización digital de las señales de cabina y del motor, control del comando de potencia, acople mecánico servomotor – FCU.
- Se emplearon en la experimentación, como turbinas aeronáuticas un motor Pratt & Whitney PT6A-61 y un motor turborreactor Teledyne Continental Aviation and Engineering-CAE J69 no operacionales a nivel legal aeronáutico, sin embargo, se encuentran plenamente funcionales para usarlos como plantas motrices de prueba en banco de ensayos. Para su intervención, se realizó un programa de mantenimiento aeronáutico según carta del fabricante y manual de operación, de manera que las condiciones de reproducibilidad del funcionamiento fueran lo más veraces posibles.
- Se realizaron las pruebas funcionales de una turbina aeronáutica J-69 en el banco de pruebas para motores turborreactores con mezclas de biodiesel de palma, palmiste y etanol al 5% v/v, mezclados con Jet A1. Como avance, se realizó el análisis energético de acuerdo al planteamiento de metodología para el análisis del comportamiento de motores aeronáuticos con biocombustible, y se determinaron de las condiciones óptimas de operación operando con biocombustibles en este rango de proporción para diferentes regímenes de operación de motor.
- Se realizaron artículos científicos y productos de formación, basados en resultados tanto experimentales, como de simulación computacional los cuales demuestran la capacidad y el impacto académico y científico del proyecto en desarrollo para el comportamiento de las turbinas aeronáuticas empleando mezclas de biocombustible colombianos.
- La investigación logró determinar con éxito la mezcla adecuada de biocombustible y aditivos para cumplir con las especificaciones técnicas internacionales para combustibles tipo Jet-A1. A través de los análisis obtenidos en los productos de investigación como artículos y tesis de maestría, a partir de los protocolos y pruebas experimentales desarrolladas, se pudo evaluar su comportamiento energético y mecánico que evaluó el rendimiento y la seguridad requeridos en la aviación, marcando un avance significativo en la implementación de biocombustibles en turbinas aeronáuticas.
- La simulación computacional de la cámara de combustión del motor J69-T-25A, junto con la evaluación del comportamiento de las mezclas de biocombustibles, proporcionó información relevante sobre el impacto de los biocombustibles en el rendimiento de los motores aeronáuticos. Los resultados obtenidos demostraron la viabilidad de utilizar biocombustibles en el motor J69-T-25A, lo que sugiere la posibilidad de desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles para la industria de la aviación. Además, el desarrollo de un modelo matemático para la predicción del desempeño de la hélice del motor PT6A-61 representa un avance significativo en la comprensión y predicción del comportamiento de los motores aeronáuticos. Estas conclusiones resaltan la importancia de continuar investigando y desarrollando tecnologías que promuevan la sostenibilidad y eficiencia en la industria aeronáutica.

Conclusiones objetivo específico N° 2 (Determinar el impacto ambiental de la operación con el uso de las mezclas de Biocombustible)

- Se realizó la matriz de impactos ambientales como herramienta de evaluación para determinar la influencia de los aspectos ambientales más significativos de acuerdo a su valoración numérica, con el fin de que sean convertidos en un instrumento de valoración de los efectos ambientales que tendrán las actividades ejecutadas en un proyecto y ver los efectos sobre los resultados de las actividades en la producción de biocombustibles y sus efectos en un entorno social, económico y ambiental.
- Con base en estudio de las etapas y teniendo las actividades definidas, se identificaron los aspectos ambientales, asociados a las actividades ya establecidas. Para poder hacer una evaluación se utilizó la Matriz Leopold, la cual permite relacionar cada uno de estos términos de manera numérica para así obtener un panorama que permita generar un plan de acción.
- Se tomaron muestras del agua que ingresa y del agua que sale de cada una de las fincas de campo en INPARME en el municipio de Cabuyaro, Meta, con el fin de medir el impacto de los agroquímicos en el agua. Para ello, se realizó el trabajo en esta plantación la cual está conformada por 4 fincas (Macapay, La misión, Don Julián, La Carolina) en las cuales se hace uso de agroquímicos tales como plaguicidas para el control de plagas y fertilizantes para combatir la salinidad y estabilizar los suelos.
- Se evidencia en la primera medición, que en la parte de cultivo hay un impacto ambiental en el agua, en la etapa de transesterificación se presenta un impacto en el uso de la energía, la generación de residuos y el agua. La matriz en cuestión dará lineamientos para conocer y evaluar los impactos ambientales, y a su vez generar o establecer las acciones que mitiguen ese impacto. Se debe fortalecer la matriz, para tener una mejor certeza de los impactos y así mismo de las acciones y su vez se haría un análisis del ciclo de vida del biodiesel.
- La evaluación del ciclo de vida del biocombustible modificado, comparado con combustibles convencionales tipo JET, ha proporcionado valiosa información sobre los aspectos e impactos ambientales asociados. Esta comprensión detallada es esencial para respaldar la transición hacia opciones más sostenibles en la industria de la aviación y demuestra el compromiso del proyecto con la mejora continua en términos de sostenibilidad.

Conclusiones objetivo específico N° 3 (Caracterizar la cadena de suministro requerida para la operación aérea con mezclas de biocombustibles).

- Las conclusiones del artículo incluyen un diagnóstico actualizado de la implementación del Combustible Sostenible de Aviación (SAF) en Colombia, basado en el análisis PESTEL y en una revisión de la literatura. Se proporcionan recomendaciones para mitigar las incertidumbres identificadas, y se destaca la contribución del artículo en la generación de un diagnóstico para futuras referencias. Además, se enfatiza que este trabajo tiene como objetivo contribuir al desarrollo socioeconómico local a través del establecimiento de nuevas cadenas de producción y optimizar los procesos logísticos aeronáuticos, posicionando el sector de biocombustibles a nivel regional. En resumen, el artículo ofrece una visión integral de los desafíos y las oportunidades asociados con la implementación de SAF en Colombia, y propone medidas concretas para avanzar hacia un sector de aviación más sostenible.
- Es necesario realizar estudios concienzudos para verificar la capacidad y el nivel de preparación tecnológica de Colombia para el desarrollo de biocombustible de aviación. Además, resalta la importancia de adoptar medidas acertadas en materia logística, como realizar seguimiento a los filtros de los complejos y al interior de los tanques, debido al efecto corrosivo de la base de palma. También se destaca la necesidad de contar con una estructura normativa y legal en materia de biocombustibles de aviación que permita su desarrollo en el mercado.

- Para continuar con la investigación, es necesario implementar un programa de gestión de seguridad operacional fundamentado en el desarrollo de procesos ejecutados, con el fin de mantener un nivel aceptable de seguridad operacional durante el uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos. Además, destaca la importancia de contar con evidencia documental técnica basada en seguridad operacional para respaldar los ensayos realizados, ya que esto puede tener un impacto en el reconocimiento de los mismos por parte del sector aéreo y la industria aeronáutica mundial.
- La línea de motores PT6 es una línea de motores turbohélice muy usados a nivel de la aviación comercial y militar a nivel mundial. La Fuerza Aérea Colombiana opera con diversidad de aeronaves con este tipo de turbina, por lo que al elegir el modelo PT6A- 61 se tiene la ventaja de disponer de información desde el área de ingeniería, soporte técnico, mantenimiento, logística y seguridad operacional.
- El diseño de condiciones mínimas de infraestructura para el desarrollo de operaciones, junto con el modelo operacional de suministro basado en economía circular, sienta las bases para una implementación efectiva y sostenible de biocombustibles en la Fuerza Aérea Colombiana. Estas conclusiones ofrecen directrices prácticas y estratégicas para la integración exitosa de biocombustibles en operaciones aeroespaciales.
- La información de ingeniería y soporte facilita el diseño de las pruebas de operación a efectuar con mezclas de biocombustibles y el alistamiento del motor en sí, ya que, se realizaron procesos de mantenimiento programado según lo establecido en los manuales del fabricante para revisión general e inspección de la sección caliente. Estos procesos permiten maximizar y flexibilizar el cronograma de trabajo, y certificar la condición de operación en parámetros normales de trabajo en temperatura, flujos y presiones de combustible, aceite, y torque.
- El diseño de condiciones mínimas de infraestructura para el desarrollo de operaciones, junto con el modelo operacional, sienta las bases para una implementación efectiva y sostenible de biocombustibles en la Fuerza Aérea Colombiana. Estas conclusiones ofrecen directrices prácticas y estratégicas para la integración exitosa de biocombustibles en operaciones aeroespaciales.

14. SIGLAS Y ABREVIATURAS

UECCI: Universidad - Escuela Colombiana de Carreras Industriales – Universidad ECCI

FAC: Fuerza Aérea Colombiana – Fuerza Aeroespacial Colombiana

EPFAC: Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

ESUFA: Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana

SECAD: Oficina De Certificación Aeronáutica De La Defensa

PT6: Motor Pratt & Whitney PT6A-61 utilizado en el avión militar Piper PA-31T Cheyenne no operacional a nivel legal aeronáutico

AMT37: Banco de pruebas A/M37T-21^a que fue utilizado para los motores Garret T-76

J69: Motor turborreactor Teledyne Continental Aviation and Engineering-CAE J69 utilizado en el avión militar Cessna T-37 no operacional a nivel legal aeronáutico.

CAMAN: Comando Aéreo de Mantenimiento.

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition (supervisión, control y adquisición de datos)

DAQ-NI: Software Específico de Adquisición de Datos de National Instruments

SAF: Combustible Sostenible de Aviación

IATA: International Air Transport Association

CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

CAAFI: Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative

ASTM: American Society for Testing and Materials

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UPME, U. de P. M. E. (2014). Balance Energético Nacional. Federación Nacional de Biocombustibles. (2016). Estadística Producción Biodiésel, Estadística Producción Alcohol Carburante (Etanol). Retrieved from <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/>
- [2] Estrategia Carbono neutral del Ministerio de Medio Ambiente Bogotá D. C., 6 de abril de 2021
- [3] EIA, U. S. E. I. A. (2016). International Energy Outlook 2016. Chapter 2. Petroleum and other liquid fuels.
- [4] Zhang, C., Hui, X., Lin, Y., & Sung, C. J. (2016). Recent development in studies of alternative jet fuel combustion: Progress, challenges, and opportunities. Renewable and Sustainable Energy Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.056>.

- [5] Wang, W. C., & Tao, L. (2016). Bio-jet fuel conversion technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.016>.
- [6] Wilches Flórez, Á. M. (2011). Biocombustibles: ¿son realmente amigables con el medio ambiente? *Revista Colombiana de Bioética*, 6(1), 89–102. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55140109>
- [7] León Sicard, T., & Gallini, S. (2008). Los Biocombustibles en Colombia a Debate. In *Memorias de Foro Biocombustibles en Colombia a debate* (p. 229). Universidad Nacional de Colombia, Colciencias, Congreso de la República de Colombia.
- [8] Pérez-Cisneros, E. S., Sales-Cruz, M., Ochoa-Tapia, A., Lobo-Oehmichen, R., & Viveros-García, T. (2016). A Systematic Approach for the Hydrotreating of Biodiesel and Petroleum-Diesel Blends. In *Computer Aided Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63428-3.50297-6>
- [9] Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Estructuración de programas de Mantenimiento. Manual de Mantenimiento Aeronáutico (MAMAE). FAC 4.1.10 Capítulo 3. Imprenta Fuerza Militares de Colombia.
- [10] Turboprop Engine Test Stand. Technical Manual TO 33D4-6-212-41 Chapter 1. (2015). Published Under Authority of the Secretary of the Air Force.
- [11] Organización de la Aviación Civil Internacional. (1993). Manual de la Atmósfera tipo de la OACI. Tercera Edición.
- [12] Naciones Unidas(2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático. Conferencia de las Partes 21er período de sesiones. FCCC/CP/2015/L.9
- [13] Gobierno de Colombia (2019) Pacto por el crecimiento y para la generación de empleo del sector de industrias del movimiento - Estrategia sectorial para la generación de nuevas fuentes de crecimiento. Retrieved from <https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=0d4af66a-066a-4e54-a353-539aae31fa05>
- [14] Ministerio de Minas y Energía (2021). Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia.
- [15] Vidoz, N. (2011c). Por primera vez, la aerolínea Lufthansa utilizará biocombustible en una ruta regular. Retrieved from <http://www.energiverde.com/biocombustible/por-primera-vez-la-aerolinea-lufthansa-utilizara-biocombustible-en-una-ruta-regular>
- [16] Uribe, J. (2011, November 21). Las algas ya son combustible para aviones. EL TIEMPO. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-10803344>
- [17] Vidoz, N. (2011b). La aerolínea KLM realizará pruebas para usar aceite de cocina como combustible. Retrieved from <http://www.energiverde.com/biocombustible/la-aerolinea-klm-realizara-pruebas-para-usar-aceite-de-cocina-como-combustible>
- [18] Vidoz, N. (2011a). Air France concluye exitosamente su primer vuelo utilizando biocombustible. Retrieved from: <http://www.energiverde.com/biocombustible/air-france-concluye-exitosamente-su-primer-vuelo-utilizando-biocombustible>
- [19] Admin. (2012). PRIMER VUELO COMERCIAL EN AMERICA DEL SUR CON BIOCOMBUSTIBLES. Retrieved from: <https://biodiesel.com.ar/6657/primer-vuelo-comercial-america-del-sur-con-biocombustibles>

- [20] LATAM Airlines Group. (2013). LAN Airlines completes biojet flight in Colombia. Biomass Magazine. Retrieved from: <http://biomassmagazine.com/articles/9371/lan-airlines-completesbiojet-flight-in-colombia>
- [21] Admin. (2011). Biojet, en 2015 los aviones podrán volar con biocombustibles en USA. Retrieved from: <https://biodiesel.com.ar/5238/biojet-en-2015-los-aviones- podran-volar-con-biocombustibles- en-USA>
- [22] L. Q. Maurice, H. Lander, T. Edwards, and W. E. (2001) Harrison III. Advanced aviation fuels: a look ahead via a historical perspective. Fuel, v.80, pp. 747– 756.
- [23] Space Daily. (2014). Boeing Finds Significant Potential in “Green Diesel” as a Sustainable Jet Fuel. United Press International.
- [24] Admin. (2016). Biojet, biocombustible para aviones. Retrieved from <http://biodiesel.com.ar/10440/biojet- biocombustible-para-aviones>
- [25] Ministerio de Minas y Energia (2021). Se realizó el cálculo con base en las reservas del 2017 y la actualización de la información a Febrero del 2021 <https://www.minenergia.gov.co/reservas>
- [26] Fuerza Aérea Colombiana. Así se va a las estrellas (2020). Estrategia para el desarrollo aéreo y espacial de la Fuerza Aerea Colombiana 2042.
- [27] ASTM D 7566-20c “Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons”, 01 Dic 2021.
- [28] Fuerza Aérea Colombiana – FAC, “Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial Fuerza Aérea Colombiana 2042”. 27 Octubre 2020. <https://www.fac.mil.co/edaesfac2042>
- [29] Organización de aviación civil Internacional OACI, “CONFERENCE ON AVIATION AND ALTERNATIVE FUELS Agenda Item 4: Defining the ICAO vision on aviation alternative fuels and future objectives PROPOSED ICAO VISION ON AVIATION ALTERNATIVE FUELS,” tech. rep., 2017.
- [30] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia Carbono Neutral', una estrategia para combatir el cambio climático, 07 Abril 2021, <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/5028- colombia-carbono-neutral-una-estrategia-para-combatir-el-cambio-climatico>
- [31] República de Colombia Ministerio de Minas y Energía Unidad de Planeación Minero Energética, UPME Subdirección de Demanda, Proyección Demanda de Energéticos en Colombia Ante El Covid19 Revisión Especial, pág 50, Junio de 2020, http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/UPME_Proyeccion_Demanda_Energia_Junio_2020.pdf
- [32] Organización de Aviación Civil Internacional (8 feb 2019). Cuestión 17: Protección del medio ambiente – Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional (CORSIA)- – DESAFÍOS DE LA IMPLEMENTACIÓN, https://www.icao.int/Meetings/A40/Documents/WP/wp_228_es.pdf

- [33] Mayorga M., Cadavid J., Martinez J., Rodriguez L., Trujillo CA, Lopez Mauricio., Bonilla J., Lopez C., 2019, Evaluation of Zeolite-based Catalyst Supports for the Production of Biokerosene by Hydrotreating of Oils, Transacciones de ingeniería química, 74, 13-18. (31 Mayo 2019) Artículo categoría A2 revista Chemical Engineering Transactions de Italia, Evaluation of Zeolite-Based Catalyst Supports for the Production of Biokerosene by Hydrotreating of Oils <https://www.cetjournal.it/index.php/cet/article/view/CET1974003>.
- [34] Talero, Gabriel, Camilo Bayona-Roa, Giovanni Muñoz, Miguel Galindo, Vladimir Silva, Juan Pava, and Mauricio Lopez. 2019. Artículo categoría A1 revista Energies de Suiza, "Experimental Methodology and Facility for the J69-Engine Performance and Emissions Evaluation Using Jet A1 and Biodiesel Blends. <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/23/4530> .
- [35] Bayona-Roa, Camilo, J.S. Solís-Chaves, Javier Bonilla, A.G. Rodriguez-Melendez, and Diego Castellanos. 2019. "Computational Simulation of PT6A Gas Turbine Engine Operating with Different Blends of Biodiesel—A Transient-Response Analysis" Artículo categoría A2 publicado en la revista Suiza Energies. <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/22/4258>.
- [36] Gabriel Talero, Camilo Bayona-Roa, Vladimir Silva, Manuel Mayorga, Juan Pava, Mauricio Lopez, Sustainable Energy Technologies and Assessments de Reino Unido (Agosto 2020). Artículo categoría, SETA_2020_230_R1, Volume 40, Biodiesel substitution in a J69 aeronautic turbine engine: An experimental assessment of the effects on energy efficiency, technical performance and emissions. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100746>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213138820302496>
- [37] Mayorga, Chemical Engineering Transactions, de Italia Manuel A, López Mauricio., López, C. A., Bonilla, J. A., Silva, V., Talero, G. F., Noriega, M. A. Artículo Categoría A2 (2020). Production of Aviation Biofuel from Palm Kernel Oil. Chemical Engineering Transactions, 80(March), 319–324. <https://doi.org/10.3303/CET2080054>
- [38] Mayorga Betancourt, M.A., López Santamaria, C.A., López Gómez, Mauricio. et al. Experimental analysis of biodiesel synthesis from palm kernel oil: empirical model and surface response variables (2020). <https://doi.org/10.1007/s11144-020-01860-2>
- [39] Gonzalez Caranton, Alberth R., Vladimir Silva Leal, Camilo Bayona-Roa, Manuel A.M. Betancourt, Carolina Betancourt, Deiver Cortina, Nelson J. Acuña, and Mauricio López. 2021. "Experimental Investigation of the Mechanical and Thermal Behavior of a PT6A-61A Engine Using Mixtures of JETA-1 and Biodiesel" DOI: 10.3390/en14113282 <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/11/3282>
- [40] Boeing, Embraer, Fapesp, Unicamp. Flightpath to aviation BioFuels in Brazil: Action Plan. 2013;54. Available from: <http://www.fapesp.br/publicacoes/flightpath-to-aviation-biofuels-in-brazil-action-plan.pdf>
- [41] Quiroga Vargas César Geovanny, Barrios Rojas Jeison Ferney, "Diseño de un Controlador de Comandos Teleflex para el Banco de Pruebas de un Motor PT6 Operado con Biocombustibles", Universidad ECCI, Ingeniería Mecánica, Bogotá, D.C., 2018.
- [42] Test Facility Planning Manual, All Engine Models Part No. 3040888; Issued 13 May 1999; PRATT & WHITNEY CANADA1000 Marie-Victorin, Longueuil, Quebec, Canada J4G 1A1.

- [43] Datasheet NI 9213 16 TC, ± 78 mV, 24 Bit, 75 S/s Aggregate, 2017 National Instruments.
- [44] Datasheet NI 9219 100 S/s/channel, 4-Channel C Series Universal Analog Input Module, 2017 National Instruments.
- [45] Datasheet NI 9232 3 AI, ± 30 V, 24 Bit, 102.4 kS/s/ch Simultaneous, 2017 National Instruments.
- [46] Datasheet NI 9381 8 AI/8 AO/4 DIO, 0 V to 5 V, 12 Bit, 20 kS/s Aggregate, 2017 National Instruments.
- [47] Specifications NI cDAQ™-9184 4-Slot, Ethernet CompactDAQ Chassis, © 2013-2017 National Instruments, 372087C-01 March 17, 2017.
- [48] Power Supply NI PS-15 Power Supply User Manual NI PS-15 Power Supply User Manual June 2011, National Instruments.
- [49] Σ -7- Rotary Servomotor AC Servo Drive Product Manual Model: SGM7M / SGM7J / SGM7A / SGM7P / SGM7G / SGMMV, MANUAL NO. SIEP S800001 36G, Copyright © 2014 YASKAWA ELECTRIC CORPORATION.
- [50] Digital Operator Σ -7-Series AC Servo Drive Operating Manual, Model: JUSP-OP05A-1-E / JUSP-OP07A-E, MANUAL NO. SIEP S800001 33D, Copyright © 2014 YASKAWA ELECTRIC CORPORATION.
- [51] Solís Chaves, J. S., Barrios Rojas, J. F., Jiménez Acuña, N. A., Quiroga Vargas, C. G., & Sánchez Alba, A. P. (2020). Diseño e implementación de un control mecánico con cables tipo Push-Pull para un banco de pruebas en tierra de motores PT6. Revista Ciencia y Poder Aéreo, 15(1), 135-151. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.646>
- [52] Geremia Reductores. (2021). Catálogo de introducción Selección del Reductor. catálogo-introducao50.pdf (geremiaredutores.com.br)
- [53] E. Trutnevyte, «Does cost optimization approximate the real-world energy transition?», Energy, p. 12, 2016.
- [54] M. R. T. M. S. Kristin Ystmark Bjerkan, «Actors in energy transitions: Transformative potentials at the intersection between Norwegian port and transport systems», Energy Research & Social Science, p. 11, 2021.
- [55] B. Pearce, «The state of air transport markets and the airline industry after the great recession», Journal of Air Transport Management, p. 7, 2012.
- [56] L. L. Marina Kousoulidou, «Biofuels in aviation: Fuel demand and CO2 emissions evolution in Europe toward 2030», Transportation Research Part D, p. 16, 2016.
- [57] Y. F. M. W. L. A. Huili Zhang, «Prospects and perspectives foster enhanced research on bio-aviation fuels, Yimin Deng», Journal of Environmental Management, p. 7, 2020.
- [58] R. D. M. K. W. J. T. T. B. J. & F. Meng Wang, «Biomass-derived aviation fuels: Challenges and perspective», Progress in Energy and Combustion Science, p. 19, 2019.

- [59] L. T.-B. a. L. H. P. Su-ungkavatin, «Biofuels, electrofuels, electric or hydrogen?: A review of current and emerging sustainable aviation systems,» Progress in Energy and Combustion Science, vol. 96, 2023.
- [60] E. C. a. J. M. M. d. Sousa, «Use of Sustainable Fuels in Aviation—A Review,» Energies, vol. 15, p. 23, 2022.
- [61] C. B.-R. V. S. M. M. J. P. a. M. L. G. Talero, «Biodiesel substitution in a J69 aeronautic turbine engine: An experimental assessment of the effects on energy efficiency, technical performance and emissions,» Sustain. Energy Technologies and Assessments, vol. 40, 2020.
- [62] J. G. C. E. J. A. B. P. C. L. a. M. L. M. A. Mayorga, «Use of Biofuels in the Aeronautical Industry. Case of the Colombian Air Force,» Tecciencia, vol. 14, n° 26, pp. 33-43, 2019.
- [63] D. R. a. H. Najafi, «A review of the effect of biodiesel on gas turbine emissions and performance,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 105, pp. 129-137, 2019.
- [64] L. M. L. C. B. J. S. V. T. G. C. F. N. M. Mayorga Manuel, «Production of Aviation Biofuel from Palm Kernel Oil,» CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, vol. 80, pp. 319-324, 2020.
- [65] M. R. , T. M. S. Kristin Ystmark Bjerkan, «Actors in energy transitions: Transformative potentials at the intersection between Norwegian port and transport systems,» Energy Research & Social Science, vol. 72, p. 101868, 2021.
- [66] D. S. S. S. C. S. I. S. S. P. K. S. A. J. Digambar Singh, «A comprehensive review of physicochemical properties, production process, performance and emissions characteristics of 2nd generation biodiesel feedstock: Jatropha curcas,» Fuel, vol. 285, p. 119110, 2021.
- [67] J. G. C. E. J. A. B. P. C. L. a. M. L. M. A. Mayorga, «se of Biofuels in the Aeronautical Industry. Case of the Colombian Air Force,» TECCIENCIA, vol. 14, n° 26, pp. 33-43, 2019.
- [68] N. C. a. H. C. O. Balli, «Aviation, energy, exergy, sustainability, exergoenvironmental and thermoeconomic analyses of a turbojet engine fueled with jet fuel and biofuel used on a pilot trainer aircraft,» Energy, vol. 263, p. 126022, 2023.
- [69] C. B. G. M. M. G. V. S. J. P. M. L. Gabriel Talero, «Experimental methodology and facility for the J69-engine performance and emissions evaluation using jet A1 and biodiesel blends,» Energies, vol. 12, n° 23, p. 10, 2019.
- [70] L. M. L. C. B. J. S. V. T. G. C. F. N. M. Mayorga Manuel, «Production of aviation biofuel from palm kernel oil,» CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, vol. 20, n° 319-320, 2020.
- [71] I. K. R. T. H. S. a. O. F. T. D. Hong, «Investigation of Combustion of the Gas Turbine Engine from Kerosene and Biokerosene and Their Soot Characteristics in Diffusion Flames,» ACS Omega, vol. 7, n° 42, pp. 37085-37094, 2022.

- [72] C. K. R. M. K. D. Robin Reifsnyder, «Experimental Determination of Blade Tip Rub Forces in a Multiblade System,» J. Eng. Gas Turbines Power, vol. 145, n° 4, 2022.
- [73] J. P. V. S. L. M. A. M. a. O. Á. Mauricio López Gómez, «Diagnosis of Challenges and Uncertainties for Implementation of Sustainable Aviation Fuel (SAF) in Colombia, and Recommendations to Move Forward,» energies, vol. 5667, n° 16, p. 25, 2023.
- [74] E. G. a. M. T. A. A. R. Abu Talib, «Performance Evaluation of a Small-Scale Turbojet Engine Running on Palm Oil Biodiesel Blends,» Fuels, vol. 2014, n° 49, pp. 1-9, 2014.
- [75] Y. H. e. al, «Prediction of ignition delay times of Jet A-1/hydrogen fuel mixture using machine learning,» Aerosp. Sci. Technol, vol. 127, 2022.
- [76] V. S. L. C. B. M. M. C. B. D. C. N. J. a. M. L. Alberth Gonzalez, «Experimental investigation of the mechanical and thermal behavior of a PT6A-61A engine using mixtures of JETA-1 and biodiesel,» Energies, vol. 14, n° 11, pp. 1-22, 2021.
- [77] R. H. S. e. al, «Combustion and emission characteristics from biojet fuel blends in a gas turbine combustor,» Energy, vol. 182, p. 689–705, 2019.
- [78] D. Vilarasau, «LAN Airlines opera el primer vuelo con biocombustible en Colombia,» Hosteltur, 27 august 2013. [En línea]. Available: https://www.hosteltur.com/166700_lan-airlines-opera-primer-vuelo-biocombustible-colombia.html#:~:text=LAN. [Último acceso: 2023 march 23].
- [79] H. Y. A. & O. Balli, «Energetic and exergetic assessment of operating biofuel, hydrogen and conventional JP-8 in a J69 type of aircraft turbojet engine,» Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, vol. 1721, n° 146, 2021.
- [80] M. Đ. R. b. A. A. P.-G. b. V. V. P. Davor Z. Antanasijević a, «Forecasting GHG emissions using an optimized artificial neural network model based on correlation and principal component analysis,» International Journal of Greenhouse Gas Control, vol. 20, pp. 244-253, 2014.
- [81] P. F. S. D. E. A. C. G. D. N. R. C. H. P. J. M. A. Prof. Alberth Renne Gonzalez Caranton, «Enhancing Catalytic Performance with Sol-Gel Hydrotalcite-Derived Nickel Oxide Catalysts for Dry Reforming of Methane: An Examination on Reactivity and Coke Formation,» ChemcatChem, vol. 15, n° 12, 2023.
- [82] J. C. C. d. S. P. ., F. S. ., J. B. ., M. S. Alberth Renne Gonzalez Caranton, «Statistical analysis of the catalytic synthesis of Vinyl acetate over Pd-Cu/ZrO2 nanostructured based catalysts,» Catalysis Today, vol. 344, n° 15, pp. 108-117, 2020.
- [83] J. L. B. R. C. A. L. G. M. G. C. A. R. Orellano Lasprilla, «Analysis of a Static Mixer for an Aeronautical Test Bench of the Colombian Air Force: a Numerical Study of the Process Variables,» Chemical Engineering Transactions , vol. 86, pp. 13415-1320, 2021.
- [84] M. A. L. S. C. A. L. G. M. & G. C. A. R. Mayorga Betancourt, «Experimental análisis of biodiesel synthesis from palm kernel oil: empirical model and surface response variables,» Reaction Kinetics, Mechanisms, and Catalysis , vol. 131, pp. 297-317, 2020.
- [85] E. G. a. M. T. A. A. R. Abu Talib, «Performance Evaluation of a Small-Scale Turbojet Engine Running on Palm Oil Biodiesel Blends,» Fuels, vol. 2014, n° 49, pp. 1-9, 2014.

- [86] V. S. R. V. P. T. Booma Devi, «Influence of high oxygenated biofuels on micro-gas turbine engine for reduced emission,» Aircraft Engineering and Aerospace Technology, vol. 93, n° 3, pp. 508-513, 2021.
- [87] A. A. ., V. K. P. .. G. S. Manigandan, «Impact of additives in Jet-A fuel blends on combustion, emission and exergetic analysis using a micro-gas turbine engine,» Fuel, vol. 276, n° 15, 2020.
- [88] E. G. a. M. T. A. A. R. Abu Talib, «Performance Evaluation of a Small-Scale Turbojet Engine Running on Palm Oil Biodiesel Blends,» Journal of Fuels, 2014.
- [89] B. W. Z. Z. P. Y. T. S. J. Z. Shouying Jin, «Effects of fuel injection strategy and ammonia energy ratio on combustion and emissions of ammonia-diesel dual-fuel engine,» Fuel, vol. 341, n° 127668, 2023.
- [90] L. N. S. D. B. d. R. L. C. A. d. O. V. M. P. Fabiana P. Sousa, «Simultaneous deoxygenation, cracking and isomerization of palm kernel oil and palm olein over beta zeolite to produce biogasoline, green diesel and biojet-fuel,» Fuel, vol. 223, pp. 149- 156, 2018.
- [91] D. R. Ballal, «The Development of High-Thermal-Stability Jet Fuel,» ASME, vol. 118, 2019.
- [92] A. P.-P. José Ma P Sala Lizarraga, «3 - Calculation of physical and chemical exergy,» José Ma P Sala Lizarraga, Ana Picallo-Perez, pp. 183-259, 2020.
- [93] E. A. b. A. H. c. T. H. K. d. Yasin Şöhret a, «Advanced exergy analysis of an aircraft gas turbine engine: Splitting exergy destructions into parts,» Energy, vol. 90, pp. 1219-1228, 2015.
- [94] A. A. c. V. K. P. b. d. e. P. G. a. S. Manigandan a b, «Impact of additives in Jet-A fuel blends on combustion, emission and exergetic analysis using a micro-gas turbine engine,» Fuel, vol. 276, n° 15, p. 118104, 2020.
- [95] O. C. *. a. P. by Giancarlo Chiatti, «Impact on Combustion and Emissions of Jet Fuel as Additive in Diesel Engine Fueled with Blends of Petrol Diesel, Renewable Diesel and Waste Cooking Oil Biodiesel,» energies, vol. 12, n° 2488, 2019.
- [96] J. F. a. A. Gupta, «Performance and emissions of drop-in aviation biofuels in a lab-scale gas turbine combustor,» Energy, vol. 143, n° 4, 2021.
- [97] T. S. e. al, «A comparative study of pentanol (C5 alcohol) and kerosene blends in terms of gas turbine engine performance and exhaust gas emission,» Fuel, vol. 334, 2023

16. LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Contrato 728 – 2020

Anexo 2 Formulario del Proyecto Código 72078

Anexo 3 Plan operativo

Anexo 4 Actualización de tabla presupuesto con modificaciones sobre rubro para prorroga de Contrato 7287-2020

Anexo 5 Oficio # 20221860496551 con la aprobación de cambio de rubro # 2 del contrato 728-2020 "Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas"

Anexo 6 Respuesta solicitud de homologación productos Cto 728-2020

Anexo 7 "Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas" Cod 1346-852-72078 Cto 728-2020. Respuesta solicitud de homologación productos # 2.

Anexo_08_Informe_revision_desarrollo_uso_Aditivo_para_JETA1

Anexo_09_Acta de creación del Comité de BioJet

Anexo_10_OEI_Informe_pasantia_construccion_documentos_evaluacion_aditivos

Anexo_11_Panorama_Nacional_Mundial_Biocombustibles

Anexo_12_Visita_interinstitucional_Ecopetrol

Anexo_13_Articulo_Q3_kinetic_study_the_production_aeronautical_FAME

Anexo_14_Certificado_Practica_Neissa_Castañeda_MAUICIO LOPEZ

Anexo_15_Documento_certificacion_biocombustible_aeronautic

Anexo_16_Metologia_certificacion_biocombustible_aviacion_hecho_Colombia

Anexo_17_Informe_metodologias_certificadas_para_biojet_Colombiano

Anexo_18_Articulo_Q3_Predictive_Model_Fluidity_JetFuel_Biofuel_Mixtures_aviation.

Anexo_19_Diseño_experimentos_mezclas_biocombustibles_aditivos.

Anexo_20_Infome_Pasantía_Valentina_Varon_Bio_D

Anexo_21_Informe_cinetica

Anexo_22_Informe_transesterificacion_aceite_palmiste.

Anexo_23_Informe_velocidad_reacción

Anexo_24_Proyecto_pregrado_Evaluacion_punto_congelamiento_biocombustibles_y_aditivos.

Anexo_25_Tabla_resultados_produccion_biodiesel

Anexo_26_Desarrollando_técnicas_estudio_desarrollo_catalizadores

Anexo_27_Hidrodesoxigenación_aceites_producción_combustibles_aviación

Anexo_28_Diseño_construccion_planta_piloto_bioqueroseno

Anexo_29_Sistema_Adquisición_Digital_Señales_SCADA_Motor_PT6-61A

Anexo_30_Diseño_implementacion_sistema_SCADA_motor_operado_tierra_banco_pruebas

Anexo_31_Informe_Prototipo_Rack_Termopar_Kx16

Anexo_32_Informe_Prototipo_Banco_de_Pruebas_STPM___CMCP_PT6

Anexo_33_Implementacion_de_Sistema_Digital_adquisicion_señales_banco_pruebas_motores_PT6A-61

Anexo_26_Desarrollando_técnicas_estudio_desarrollo_catalizadores

Anexo_27_Hidrodesoxigenación_aceites_producción_combustibles_aviación

Anexo_28_Diseño_construcción_planta_piloto_bioqueroseno

Anexo_29_Sistema_Adquisición_Digital_Señales_SCADA_Motor_PT6-61A

Anexo_30_Diseño_implementación_sistema_SCADA_motor_operado_tierra_banco_pruebas

Anexo_31_Informe_Prototipo_Rack_Termopar_Kx16

Anexo_32_Informe_Prototipo_Banco_de_Pruebas_STPM_CMCP_PT6

Anexo_33_Implementación_de_Sistema_Digital_adquisición_señales_banco_pruebas_motores_PT6A-61

Anexo_34_Sistema_Control_Mecatrónico_Comando_Potencia_Motor_PT6-61A

Anexo_35_Artículos_registros_software_trámite_finalización

Anexo_36_Diseño_control_comando_potencia_banco_pruebas_motor_PT6A-61

Anexo_37_Prototipo_Sistema_Transmisión_Potencia_Mecánica_STPM_Motor_PT6A-61

Anexo_38_Videos_Comando_Aceleración

Anexo_39_Administración_Recursos_Materiales

Anexo_40_Plan_experimental_Turbinas

Anexo_41_Mezclador_Estático

Anexo_41a_Diseño_ensamble_mezclador_estático

Anexo_41b_Mezclador_Estático

Anexo_42_Fluidodinámica_proceso_mezclado_estático_combustible_aeronáutico

Anexo_43_Maestría_ECCI_José_Luis_Orellano_Lasprilla

Anexo_44_Manual_mantenimiento_mezclador_estatico

Anexo_45_Tesis_tecnologia_mezclador_estatico.

Anexo_46_4to_Congreso_internacional_5to_nacional_avances_investigacion_ingenieria_2022

Anexo_47_Articulo_A2_revista_indexada

Anexo_48_Analisis_exergetico_motor_turbohelice_PT6A-61

Anexo_49_Articulo_Primer_Joven_Investigador_Jose_Miguel_Galindo

Anexo_49a_Pruebas_Iniciales_J69

Anexo_49c_Prueba_Actuales_J69

Anexo_50_Diseño_construcción_implementación_sistema_captación_gases

Anexo_51a_ESUFA_Avion_Piper_Cheyenne_Motor_PT6A_61

Anexo_51b_Ficha_tecnica_indicadores_banco_biocombustible_PT6A-61

Anexo_52_Informe_final_Joven_Investigadora_ECCI

Anexo_53_Maestria_ECCI_Andres_Santiago_Camargo

Anexo_54_Modelo_computacional_calculo_eficiencia_parametros_PT6A-61

Anexo_55_Papel_FAC_reto_como_pais_gestion_desarrollo_primer_biocombustible_aeronautico_hecho_Colombia

Anexo_56_Procedimientos_Adicionales_banco_pruebas_PT6A-61

Anexo_57_Propuesta_doctoral_Vladimir_Silva_Leal.

Anexo_58a_protocolo_ensayo_banco_pruebas_PT6A-61

Anexo_58b_Pruebas_PT6A-61

Anexo_59_Tecnologia_ESUFA_Cesar_Alcala_Daniel_Forero_Miguel_Forero

Anexo_60_Tecnologia_ESUFA_Julian_Beltran_Roman_Martinez

Anexo_61_Visita_interinstitucional_Universidad_de_Antioquia

Anexo_62_Visita_interinstitucional_Universidad_de_Castilla_La_Mancha

Anexo_63_Visita_interinstitucional_Universidad_Tecnologica_de_Delft

Anexo_64_Analisis_exergetico_motor_turbohelice_PT6A-61

Anexo_65_Exploración_investigativa_uso_biocombustibles_aviacion_Colombia

Anexo_66_Modelo_termodinamico_estudio_motor_PT6-A61

Anexo_67_Análisis_exergético_motor_turbohélice_modelo_PT6A-61A

Anexo_68_Anteproyecto_Modelamiento_estudio_matemático_pruebas_PT6A-61

Anexo_69_Datos_experimentales_analisis_variaciones___emisiones_gases_escape_turbinas_prueba_soporte.

Anexo_70_Experiencias_investigativas_uso_biocombustibles_turbinas_aeronáuticas_bancos_estacionarios.

Anexo_71_Exploración_investigativa_uso_biocombustibles_aviacion_Colombia

Anexo_72_Analisis_de_resultados_impacto_mecanico_turbina_aeronautica

Anexo_73_Analisis_exergetico_motor_turbohelice_PT6A-61

Anexo_74_Estudio_comportamiento_motor_aviacion_PT6A-61_empleando_mezclas_biocombustibles.

Anexo_75_Articulo_Segundo_Joven_Inves_Diego_Castellanos

Anexo_76_Fludodinamica_proceso_mezclado_estatico_combustible_aeronautico

Anexo_77_Ponencias_evento_especializado_biocombustible_2022

Anexo_78_Simulacion_computacional_perfil_aerodinamico_helice_PT6

Anexo_79a_Certificado_Planta_Piloto_Hidrotratamiento_Aceites

Anexo_79b_Planta_Piloto_hidrotratamiento_aceites_vegetales_batch_escala_laboratorio

Anexo_81_Organización_evento_especializados_biocombustible

Anexo_82_Ponencias_evento_especializado_biocombustible_2022

Anexo_83_Articulo_A2_revista_indexada

Anexo_84_Articulo_B_revista_indexada.

Anexo_85_Articulo_Primer_Joven_Investigador_Jose_Miguel_Galindo

Anexo_86_Articulo_Segundo_Joven_Inves_Diego_Castellanos

Anexo_87_Maestria_ECCI_Andres_Santiago_Camargo

Anexo_88_Maestria_ECCI_Jose_Luis_Orellano_Lasprilla

Anexo_89_Tecnologia_ESUFA_Cesar_Alcala_Daniel_Forero_Miguel_Forero

Anexo_90_Tecnologia_ESUFA_Julian_Beltran_Roman_Martinez

Anexo_91_Articulo_Environmental_impact_use_biofuels_air_force_aircraft

Anexo_92_Matriz Leopold

Anexo_93_Matriz_impactos_Ambientales_para_determinar_impacto_ambiental

Anexo_94_Método Directo EPM_AP

Anexo_95_Informe_resultados_analisis_matriz_etapas_cultivo_produccion_operacion.

Anexo_96_Articulo_Evaluation_variability_water_quality_palma_oil_plantations

Anexo_97_Articulo_Life_cycle_Analysis_Biofuels_Palm_Oil_Colombia

Anexo_98_ECCI_Tesis_ciclo_tecnologico_analisis_ciclo_vida

Anexo_99_Informe_Cuantificacion_uso_agua_procesos_produccion_biocombustible.

Anexo_100_Informe_Modelo_determinacion_variaciones_calidad_Agua_laguna_la_Carolina_uso_agroquimicos.

Anexo_101_Informe_evaluacion_medidas_impactos_alternativas_mejoras_etapas_biocombustible

Anexo_102_Pasante_OEI_Medidas_mitigacion_biocombustibles_aceite_palma

Anexo_103_Datos_experimentales_analisis_variaciones___emisiones_gases_escape_turbinas_prueba_soporte.

Anexo_104_Informacion_base_SISAIRE_Emisiones_PM_10

Anexo_105_Informacion_base_SISAIRE_Emisiones_PM_25

Anexo_106_Informacion_base_SISAIRE_Emisiones_SO_2

Anexo_107_Ponencias_evento_especializado_biocombustible_2022

Anexo_108_Articulo_A1_revista_indexada

Anexo_109_Cadena_suministros_producción_biocombustible_aeronáutico_colombia_a_partir_biomasa_residual

Anexo_110_ECCI_Tesis_Meritoria_pregrado_Cadena_suministro_biocombustible_biojet.

Anexo_111_FAC_pasantia_Johan_Santiago_Saenz_Pachon

Anexo_112_FAC_pasantia_Santiago_Rincon_Blaguera

Anexo_113_FAC_pasantia_Sergio_Alejandro_Leon_Angarita

Anexo_114_Pasante_UCENTRAL_Cuantificacion_potencial_alcohol_a_Jet_produccion_combustible_sostenible_aviacion

Anexo_115_Premio_meritorio_ECCI_ponencia_redcolsi_Cadena_suministros_biocombustible_biojet.

Anexo_116_Propuesta_Doctoral_Cadena_Valor_Implementación_SAF_Mauricio_Lopez

Anexo_116b_Mesa_trabajo_tecnica_Aeronautica_civil

Anexo_117_Presentacion_Pasantia_DELFT

Anexo_117b_Reunión_SkyNRG_Países_bajos

Anexo_117c_Reunion_Colombia_Paises_Bajos_SkyNRG

Anexo_118_Maestria_EPFAC_Leidy_Johanna_Lemus_Cortés

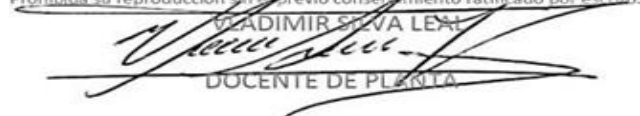
Anexo_119_Ponencia_caracterizar_cadena_suministro_requerida_para_operacion_aerea_con_mezclas_biocombustibles.

Anexo_120_Anteproyecto_seguridad_operacional_uso_mezclas_biocombustibles.

Anexo_121_Maestria_EPFAC_Edwin_Helbert_Ariza_Bonilla

Anexo_122_Participacion_Evento_Alemania_resultados_investigacion

Firma para uso exclusivo del titular o representación de la Universidad ECCI
Prohibida su reproducción sin el previo consentimiento ratificado por escrito.


VLADIMIR SILVA LEAL
DOCENTE DE PLANTA

VLADIMIR SILVA LEAL

Ingeniero Mecánico, MSc. PhD (c)

Docente de Planta Investigador

Dirección de Ingeniería Mecánica

Vicerrectoría de Investigación

Facultad de Ingeniería

vsilval@ecci.edu.co

vladimirsilvalealjv@gmail.com