



Propuesta metodológica para la gestión de tránsito aéreo a baja altura de drones para la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil)

Daisy Nathalie López Aragón

Director (a):

Haidy Johanna Moreno Ceballos

Modalidad:

Trabajo Dirigido

“Business case”

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y proyectos

Bogotá, Colombia

Noviembre 2023

Propuesta metodológica para la gestión de tránsito aéreo a baja altura de drones para la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil)

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, Noviembre 2023

Resumen ejecutivo

El rápido crecimiento de la industria de drones y la alta demanda de acceder al espacio aéreo con la Aviación tripulada representan el riesgo de ocasionar la muerte de personas o daños a propiedades en tierra y el riesgo de colisión con una aeronave tripulada en cualquier fase del vuelo.

Las Autoridades de Aviación Civil a nivel mundial, confluyen en el reto de la integración segura de los drones (militares y civiles) en el espacio aéreo, la cual se posibilita mediante el desarrollo del Servicio de tránsito de drones a baja altura (UTM).

Desde el año 2017, la Aerocivil ha recibido 4 acciones legales en su contra debido a incidentes graves de drones que han causado lesiones graves a personas. En segundo lugar, las intrusiones de drones en el espacio aéreo de los aeropuertos, específicamente en el Aeropuerto Internacional El Dorado han ocasionado que las operaciones aéreas se interrumpan generando demoras de más de 40 minutos y pérdidas económicas para los explotadores aéreos. En tercer lugar, la Aerocivil recibe en promedio 12.556 requerimientos por año de los usuarios de drones a nivel nacional, los cuales han sido gestionados de forma manual en papel los últimos 7 años a cargo de 2 contratistas, siendo la tramitología y los altos tiempos de respuesta la principal molestia de los usuarios y el principal motivo del incumplimiento a los Reglamentos Aeronáuticos de acuerdo a una encuesta realizada a 426 stakeholders en el año 2022 y 371 stakeholders en el año 2023.

Por lo anterior, la solución de este caso de negocio plantea la implementación de las fases iniciales de la gestión del tránsito aéreo de drones a baja altura-UTM (Concepto de Operaciones CONOPS, registro y sobrevuelos de forma electrónica), la cual consiste en la ejecución de dos proyectos en paralelo, el primero, en la sistematización de los procesos de registro y sobrevuelos de drones con el fin de agilizar y facilitar el proceso manual que deben tramitar los usuarios y optimizar los tiempos de respuesta, mientras se realiza en paralelo la estructuración de los estudios previos para la contratación de las fases iniciales de la plataforma UTM con una suscripción de software como servicio (SaaS), bien sea por un proceso contractual mediante concurso de méritos, memorando de Entendimiento (MOU), una cooperación técnica Gobierno a Gobierno G2G, contrato de ciencia y tecnología, un proyecto offset con Ministerio de defensa Nacional u otro medio.

En este sentido, esta propuesta ofrece un análisis para los tomadores de decisiones para la selección la solución tecnológica más segura y viable, desde la perspectiva técnica-tecnológica, contractual, económica, social, y legal.

Palabras clave: Drones, Sistemas de Aeronaves no tripuladas (UAS), gestión de tránsito aéreo a baja altura para drones, UTM.

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo	3
1. Objetivos.....	7
1.1 Objetivo general.....	7
1.2 Objetivos específicos	7
2. Planteamiento del problema.....	8
2.2 Pregunta de investigación	8
3. Justificación y antecedentes de la investigación.....	9
3.1 Antecedentes.....	9
3.2 Justificación.....	10
3.3 Impacto económico.....	11
3.4 Clientes	11
3.5 Métricas.....	12
4 Viabilidad del proyecto	15
4.1 Propuesta de valor	15
5 Inversión.....	16
5.1 Métricas e indicadores (simulación).....	17
5.1.1 Presupuesto de ventas	17
5.1.2 Presupuesto de inversión.....	18
5.1.3 Estados financieros (escenario probable).....	18
5.1.4 Fuentes de financiación	19
5.1.5 Evaluación financiera e indicadores financieros.....	19
5.2 Recursos.....	19
6 Riesgos	20
7 Marco Institucional	22
7.1 Presentación general de la empresa	22
8 Marco teórico.....	25
8.1 Sistemas de Aeronaves no tripuladas UAS.....	25
8.2 Servicio de tránsito Aéreo a baja altura para drones UTM.....	26
8.3 CONOPS.....	27
9 Diseño metodológico - evaluación de mercado (viabilidad)	27
9.1 Análisis externo	27

9.2 Tipo de investigación	29
9.3 Análisis interno	29
9.3.1 Población muestra y ficha técnica	29
9.3.4.1 Definición de variables	31
9.3.4.2 Definición de soluciones	31
.....	34
12.Conclusiones	39
12.Referencias	40

Indice de tablas

Tabla 1 Problemas de la operación de drones en Colombia.....	8
Tabla 2 Costo total del proyecto	16
Tabla 3 Costo intrusión drones	17
Tabla 4 Matriz DOFA.....	27
Tabla 5 Ficha técnica	29
Tabla 6 Entrevistas	30
Tabla 7 Funcionarios encuestados grupo drones Aerocivil.....	30
Tabla 8 Variables.....	31
Tabla 9 Matriz de decisión contratación UTM.....	31
Tabla 10 Matriz de decisión contratación UTM.....	32
Tabla 11 Cronograma precontractual	38

Indice de figuras

Figura 1 Evolución de la aviación no tripulada en Colombia	9
Figura 2 Objetivos plan estratégico aeronáutico 2030	10
Figura 3 Impacto económico mundial de la industria drones.....	11
Figura 4 Industria drones en Colombia	11
Figura 5 Histórico de explotadores de drones registrados.....	12
Figura 6 Histórico de operadores de drones registrados	12
Figura 7 Histórico de autorizaciones de vuelo	13
Figura 8 Histórico de drones registrados.....	13
Figura 9 Servicios fundamentales e iniciales de la gestión de tránsito aéreo de drones	14
Figura 10 Propuesta de valor	15
Figura 11 Propuesta de valor	15
Figura 12 Presupuesto ventas año 1	18
Figura 13 Flujo de caja	18
Figura 14 Estado de resultados.....	18
Figura 15 Balance general	19
Figura 16 Indicadores financieros	19
Figura 17 Personal requerido UTM.....	20

Figura 18 Matriz de identificación y evaluación de riesgos contratación UTM.....	21
Figura 19 Objetivos institucionales Aerocivil.....	23
Figura 20 Organigrama Aerocivil	23
Figura 21 Organigrama Aerocivil áreas involucradas.....	24
Figura 22 Servicios prestados por la Aeronáutica civil.....	25
Figura 23 UAS.....	26
Figura 24 UTM.....	26
Figura 25 Encuesta whatsapp	34
Figura 26 Entregables y presupuesto detallado	36
Figura 27 Cronograma de implementación etapa precontractual.....	37
Figura 28 Cronograma de implementación etapa contractual.....	37

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Formular una propuesta metodológica para la gestión del tránsito aéreo a baja altura de drones para la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil).

1.2 Objetivos específicos

Identificar las alternativas más adecuadas para la implementación de la gestión de tránsito aéreo a baja altura para drones.

Desarrollar un diagnóstico organizacional que permita identificar las alternativas para la implementación de la gestión de tránsito aéreo a baja altura para drones para la Aerocivil.

Formular un plan de implementación que incluya un cronograma de la Gestión de Tránsito Aéreo a baja altura para drones producto del diagnóstico Organizacional de la Aerocivil.

Determinar el presupuesto y entregables detallados de la implementación de la gestión de Tránsito Aéreo a baja altura para drones para la Planeación de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil UAEAC.

2. Planteamiento del problema

2.2 Pregunta de investigación

A partir del antecedente anteriormente expuesto, surge la siguiente pregunta:
¿Cómo una propuesta metodológica puede contribuir a la gestión del Tránsito Aéreo a baja altura de drones para la Aerocivil?

2.3 Descripción del problema

El rápido crecimiento de la industria de drones y la alta demanda de acceder al espacio aéreo con la Aviación tripulada representan el riesgo de ocasionar la muerte de personas o daños a propiedades en tierra y el riesgo de colisión con aeronaves tripuladas en cualquier fase del vuelo.

Tabla 1 Problemas de la operación de drones en Colombia

Operacional	Legal	Desarrollo económico	Imagen Institucional
Demoras en los aeropuertos internacionales debido a la interrupción de las operaciones aéreas debido a intrusiones de drones en el espacio aéreo.	Incumplimiento de la Aerocivil, como Autoridad Aeronáutica en Colombia, al no cumplir su función de Regular, administrar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo, específicamente por la Falta de control y vigilancia las operaciones de drones. Proliferación de las operaciones ilegales de drones. Incumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte 100 Reglamentación Operación de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas UAS. Acciones legales en contra de la Entidad debido a incidentes de drones.	Bloqueo del desarrollo de la Industria de drones, el cual es uno de los objetivos estratégicos de la Entidad. Bloqueo de operaciones como la de transporte de carga con drones, volar más allá de la línea de vista (BVLOS), volar sobre áreas pobladas, volar en espacio aéreo controlado junto con la aviación tripulada, impidiendo el paso a la Movilidad Aérea urbana, más conocidos como taxis drone.	Sobrecarga laboral de los funcionarios de la Entidad Baja capacidad de respuesta a la ciudadanía y altos tiempos de respuesta. Calificación de percepción de la ciudadanía de 3.3 (2022).

Fuente: *Elaboración propia.*

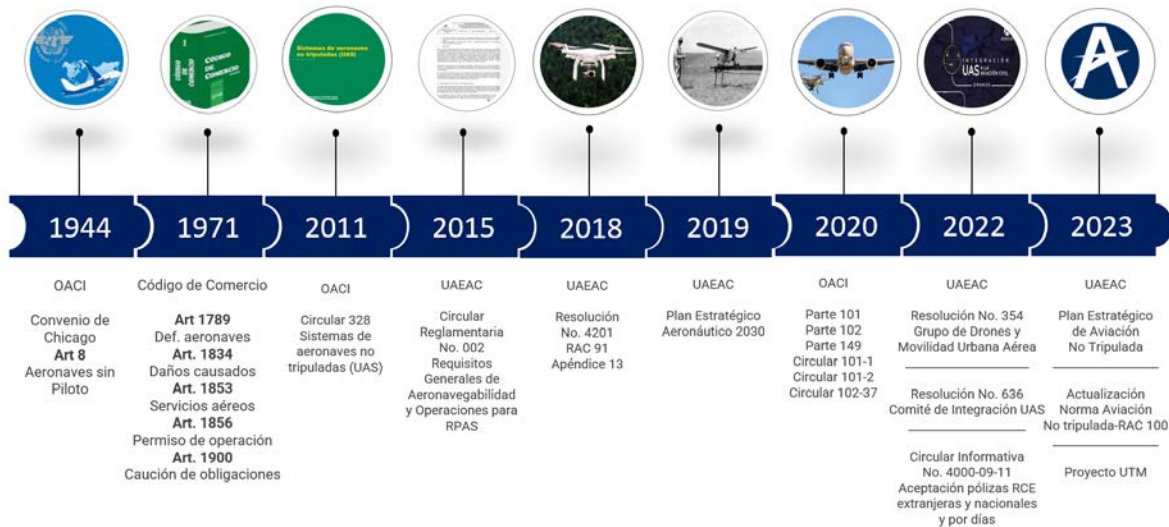
3. Justificación y antecedentes de la investigación

3.1 Antecedentes

De acuerdo con el artículo 2° del Decreto 260 de 2004, que fue modificado por el artículo 1° del Decreto 823 de 2017, se establece que la UAEAC es la máxima autoridad en asuntos relacionados con la aviación en todo el territorio nacional. A la UAEAC le corresponde regular, certificar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo colombiano, así como supervisar la infraestructura destinada a tal fin, (UAEAC, 2018).

La Aerocivil ha publicado la circular reglamentaria 5100-082-002 de 2015, posteriormente la Resolución No. 04201 de 2018, y finalmente los reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte 100 en el año 2023, sin embargo no cuenta con un medio de cumplimiento tecnológico que permita gestionar eficientemente los requerimientos de la ciudadanía, ni un sistema que permita vigilar y controlar los drones que operan en el espacio aéreo nacional.

Figura 1 Evolución de la aviación no tripulada en Colombia



Fuente: Elaboración Aerocivil.

Desde el año 2017, la Aerocivil ha recibido 4 acciones legales en su contra debido a incidentes graves de drones que han causado lesiones graves a personas. En segundo lugar, las intrusiones de drones en el espacio aéreo de los aeropuertos, específicamente en el Aeropuerto Internacional El Dorado han ocasionado que las operaciones aéreas se interrumpan generando demoras de más de 40 minutos y pérdidas económicas para los explotadores aéreos. En tercer lugar, la Aerocivil recibe en promedio 12.556 requerimientos por año de los usuarios de drones a nivel nacional, los cuales han sido gestionados de forma manual en papel los últimos 7 años a cargo de 2 contratistas, siendo la tramitología y los altos tiempos de respuesta la principal molestia de los usuarios y el principal motivo del incumplimiento a los Reglamentos Aeronáuticos de acuerdo a una encuesta realizada a 426 stakeholders en el año 2022 y 371 stakeholders en el año 2023.

3.2 Justificación

La motivación de este proyecto es el objetivo estratégico de la Seguridad Operacional, ya que las operaciones de drones constituyen el riesgo de colisión con aeronaves tripuladas y ocasionar la muerte de personas o daños a propiedades en tierra. La implementación de la solución, permitirá controlar y vigilar las operaciones de drones garantizando no sólo niveles aceptables de seguridad operacional sino que se disminuirán las operaciones ilegales al ser la herramienta para hacer cumplir los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte 100 Reglamentación Operación de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas UAS, lo que permitirá a la Aerocivil, como Autoridad Aeronáutica en Colombia, cumplir con su función de Regular, administrar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo, blindándose ante acciones legales. Adicionalmente, esta sistematización reducirá la carga laboral de los funcionarios de la Entidad pero aumentando la capacidad de respuesta a la ciudadanía, mejorando los niveles de percepción hacia la Entidad al facilitar operaciones como la de transporte de carga con drones, volar más allá de la línea de vista (BVLOS), volar sobre áreas pobladas, volar en espacio aéreo controlado junto con la aviación tripulada, abriendo el paso a la Movilidad Aérea urbana, más conocidos como taxis drone, lo cual impulsará el desarrollo de la Industria de drones, el cual es uno de los objetivos estratégicos de la Entidad, específicamente el eje de industria aeronáutica y cadena de suministro, y así contribuir con la visión 2030, consistente en transportar 100 millones de pasajeros y 1.5 millones de toneladas de carga.

Figura 2 *Objetivos plan estratégico aeronáutico 2030*



Fuente: Elaboración Aerocivil.

3.3 Impacto económico

Figura 3 Impacto económico mundial de la industria drones



Fuente: Elaboración propia a partir de SESAR joint undertaking

Según los estudios del Single European Sky ATM Research Joint Undertaking, el desarrollo del sector UAS se llegó a valorar en USA en el 2017 por 3.800 millones de dólares y en el año 2022 por 4.500 millones de dólares, con una proyección de 35.000 millones de Dólares para el año 2035. Así mismo la industria UAS en países como China espera alcanzar en el año 2025 una valoración por 10.700 Millones de Dólares. Mientras que Europa se proyecta a alcanzar una valoración industrial por los 10.000 millones de Euros para 2035 logrando generar en dicha industria cerca de 9000 empleos formales, que permitan alcanzar los 14.600 millones de Euros y 110.000 empleos para el año 2050. Se espera que el crecimiento del sector UAS en Colombia este desarrollado de forma paralela al crecimiento de la industria a nivel mundial.

3.4 Clientes

La Industria UAS en Colombia está compuesta por:

Figura 4 Industria drones en Colombia



Fuente: Elaboración propia

3.5 Métricas

El éxito del proyecto se medirá en el incremento de los siguientes indicadores:

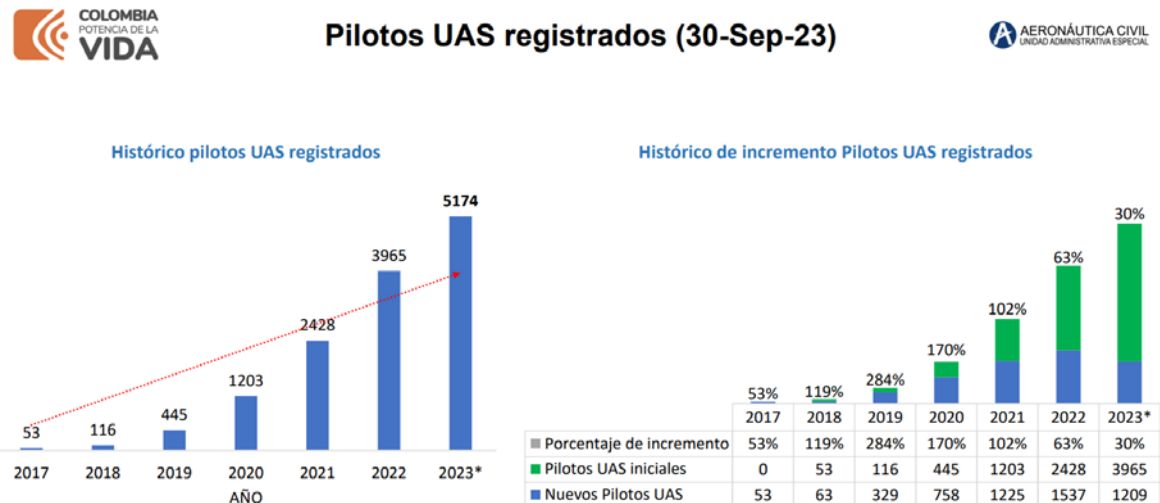
Indicador No.1: Operadores/explotadores de drones registrados por encima del pronóstico inicial - Alta tasa de adopción

Figura 5 *Histórico de explotadores de drones registrados*



Fuente: Elaboración Aerocivil

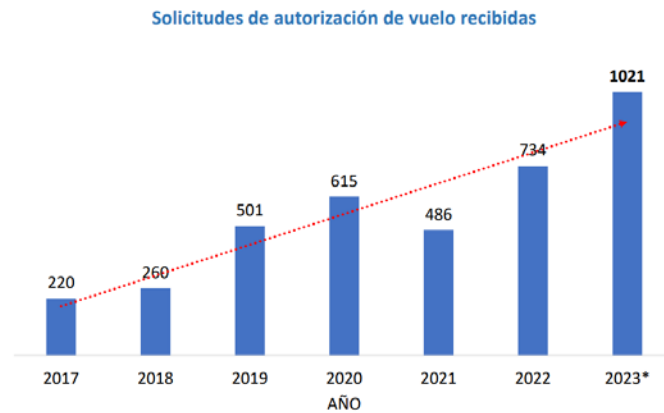
Figura 6 *Histórico de operadores de drones registrados*



Fuente: Elaboración Aerocivil

Indicador No.2: Aumento en el número de solicitudes de permiso: alto porcentaje de aprobación automática sin comprometer la seguridad: ahorro de tiempo para los funcionarios UAEAC.

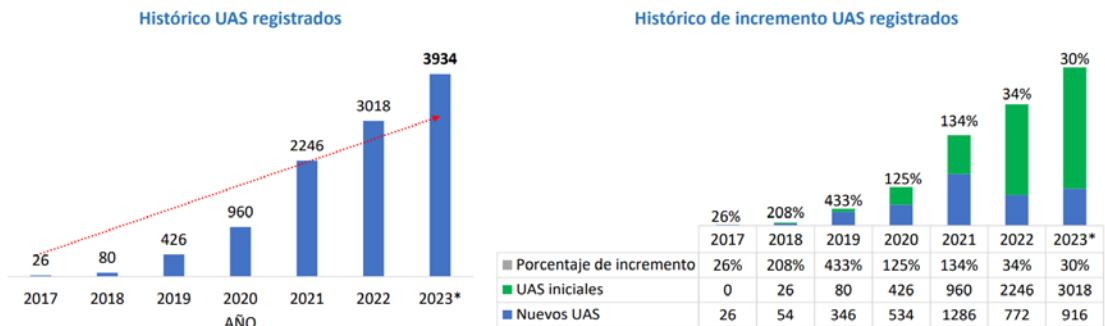
Figura 7 Histórico de autorizaciones de vuelo



Fuente: Elaboración Aerocivil

Indicador No.3: Drones registrados por encima del pronóstico inicial - Alta tasa de adopción

Figura 8 Histórico de drones registrados

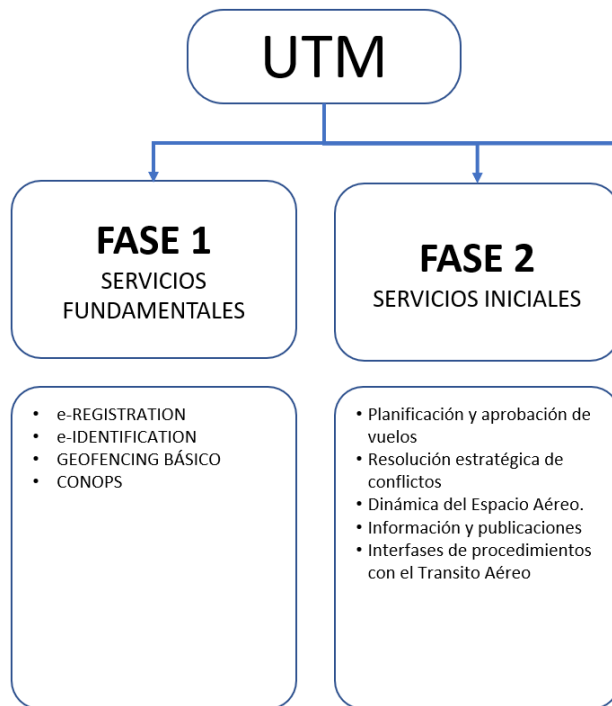


Fuente: Elaboración Aerocivil

3.6 Alcance

Aunque el marco mundial UTM establece 4 etapas, cuya finalidad es la integración total de los drones a la aviación tripulada, la solución de este caso de negocio, basado en la necesidad de Colombia y por recomendación de la OACI en su documento “Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM) – A Common Framework with Core Principles for Global Harmonization”, en donde sugieren implementar el concepto UTM por fases de aplicación. En este caso de negocio se plantea la implementación de las fases iniciales U1 y U2 de la gestión del tránsito aéreo a baja altura para drones mediante la ejecución de dos proyectos en paralelo, el primero, en la sistematización de los procesos de registro y sobrevuelos de drones con el fin de agilizar y facilitar el proceso manual que deben tramitar los usuarios y optimizar los tiempos de respuesta, mientras se realiza en paralelo la estructuración de los estudios previos para la contratación de las fases iniciales de la plataforma UTM con una suscripción de software como servicio (SaaS), bien sea por un proceso contractual mediante concurso de méritos, memorando de Entendimiento (MOU), una cooperación técnica Gobierno a Gobierno G2G, contrato de ciencia y tecnología, un proyecto offset con Ministerio de defensa Nacional u otro medio. La propuesta no cubre la implementación de la solución.

Figura 9 Servicios fundamentales e iniciales de la gestión de tránsito aéreo de drones



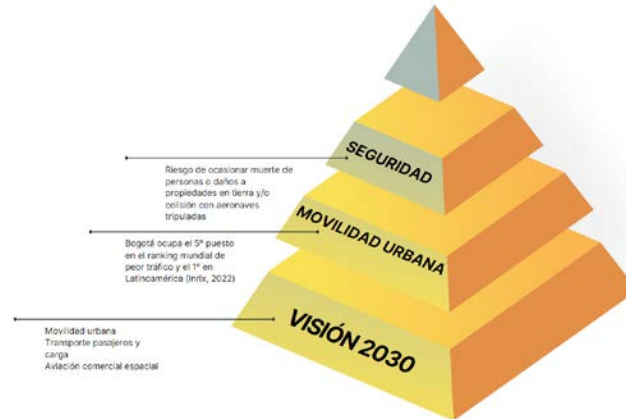
Fuente: Elaboración Aerocivil

4 Viabilidad del proyecto

4.1 Propuesta de valor

Lo que hace único a este proyecto es que es una solución tecnológica disruptiva que enfrentará 3 retos, la Seguridad Operacional, la movilidad aérea urbana y el transporte de pasajeros y carga con drones.

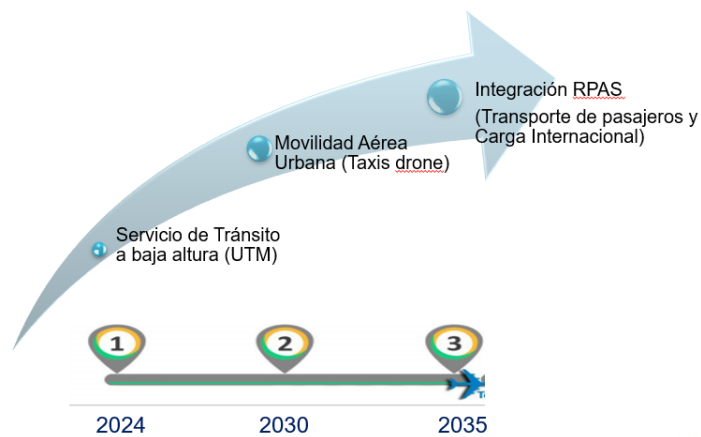
Figura 10 Propuesta de valor



Fuente: Elaboración propia.

A corto plazo, el UTM mitigará el riesgo de colisión de drones con aeronaves tripuladas, y de causar lesiones o fatalidades a personas o propiedades en tierra. A mediano plazo (2030) habilitaría la Movilidad Aérea Urbana UAM (taxis drone), ya que Bogotá ocupa el quinto puesto en el ranking de peor tráfico en el planeta y primero en Latinoamérica de acuerdo con un estudio elaborado por INRIX inc. (INRIX, 2022), y a largo plazo (2035) habilitaría el transporte de pasajeros y carga con drones, apoyando así a la visión de la Aerocivil al 2030, la cual es movilizar 100 millones de pasajeros y duplicar el transporte de carga.

Figura 11 Propuesta de valor



Fuente: Elaboración propia

5 Inversión

Producto de las entrevistas efectuadas a funcionarios de Planeación Aerocivil, se evidenció que en el ejercicio de planeación presupuestal para el año 2024 presentado al Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación y Congreso de la Republica como base para la discusión de la Ley de Presupuesto, no se solicitaron recursos para la ejecución del proyecto 2018011001051 IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AÉREA RPAS EN COLOMBIA A NIVEL NACIONAL identificado con código presupuestal C-2403-0600-50.

También se evidenció que en la Ley 2276 de 29 de noviembre de 2022 “por la cual se decreta el presupuesto de Rentas y Recursos de Capital y Ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023” y en el Decreto 2590 de 23 de diciembre de 2023 “Por el cual se liquida el presupuesto General de la Nación para la Vigencia fiscal de 2023. Se detallan apropiaciones y se clasifican y definen los gastos” no se incluyeron recursos para la vigencia 2023 con destino al proyecto mencionado.

Es de mencionar que desde la formulación del proyecto de inversión, en 2018, se obtuvo viabilidad por parte del Departamento Nacional de Planeación cumpliendo con todos los trámites y requisitos necesarios para la inscripción en el Banco de Proyectos de Inversión Nacional BPIN, y proyectando inversiones por \$113.301.000.000, presupuesto que no se ha podido ejecutar y al ser el año 2023 el último periodo, se debe solicitar la modificación del horizonte del proyecto.

Se recomienda a la Entidad, gestionar la ampliación del horizonte del proyecto y la gestión y asignación de recursos para la vigencia 2025, o en su defecto asegurar la disponibilidad presupuestal para atender la necesidad definida, adicionalmente se debe tramitar la solicitud de vigencias futuras para el 2024 para la primera fase del proyecto por \$1.000.000.000.

En caso de no ser viable la solicitud, el presupuesto podría solicitarse por medio del proyecto de inversión 2018011001074 20 FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AÉREA NACIONAL con código presupuestal C-2403-0600-51, el cual cuenta con \$147.073.000.000.

El costo real del proyecto de implementación de una plataforma UTM mediante la suscripción de software como servicio (SaaS), el cual está compuesto por el desarrollo del CONOPS y por las fases U1-U2, es de \$10.000.000.000 (antes de IVA), separadas en tres periodos, \$1.000.000.000 para 2024, \$6.500.000.000 para 2025 y \$2.500.000.000 para 2026.

Tabla 2 Costo total del proyecto

Item	Descripción	Valor
1	Fase 1. Desarrollo CONOPS	\$1.000.000.000
2	Fase 2. Instalación, parametrización, implementación, pruebas y operación plataforma UTM	\$6.500.000.000
3	Fase 3. Capacitación-Gestión del cambio, Soporte y Mesa de ayuda 7x24, Mantenimiento. (12 meses)	\$2.500.000.000
	TOTAL	\$10.000.000

Fuente: *Elaboración propia*

5.1 Métricas e indicadores (simulación)

Considerando que la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil es una entidad especializada de carácter técnico del estado con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, cuya misionalidad es propender por la Seguridad Operacional y de la Aviación Civil y que genera sus propios recursos los cuales obedecen a las políticas del Presupuesto General de la Nación, su objetivo no es generar ganancias, sin embargo, para el caso de estudio se propone la rentabilidad en términos de prevención de accidentes, incidentes con Aeronaves tripuladas y/o intrusión de drones en espacio aéreo controlado.

Tabla 3 Costo intrusión drones

Motor Airbus A320 (Aeronave que más opera en el Aeropuerto El Dorado)	10-12 M USD
Asientos	180-220
Indemnización por persona fallecida o lesionada-Código de comercio art.1835	Hasta 33.333 gr oro (gr oro \$251.000)
1 hora de suspensión de las operaciones Aeropuerto El Dorado- demoras en tierra	74 operaciones por hora
Reparación de la imagen institucional	161.000 USD

Fuente: *Elaboración propia*

Como ejercicio académico se generó el modelo financiero mediante el SIMULADOR FINANCIERO SIMPLIFICADO VERSIÓN 2.12 abril 2020_SIMUTM y así poder desarrollar el análisis financiero del proyecto, el aporte más significativo fue el presupuesto de ventas como se evidencia a continuación:

5.1.1 Presupuesto de ventas

Gracias a este ejercicio se pudo determinar los servicios y costos reales que pueden ser cobrados a la ciudadanía, lo cuales son el servicio de registro de drones (\$15.000), la solicitud de sobrevuelos (\$5.000), la expedición de licencia del operador (\$100.000) y el cobro del examen teórico(\$100.000). Así mismo, se pudo calcular un ingreso anual por \$275.000.000.000.

Figura 12 Presupuesto ventas año 1

INGRESOS/VENTAS DEL PRIMER AÑO

NOMBRE DEL PRODUCTO O SERVICIO	CANTIDADES	PRECIO DE VENTA UNITARIO SIN IVA	INGRESOS TOTALES
1 Registro dron	2,000.00	\$ 15,000.00	\$ 30,000,000
2 Sobrevuelos	1,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000,000
3 Licencia	1,200.00	\$ 100,000.00	\$ 120,000,000
4 Examen teórico	1,200.00	\$ 100,000.00	\$ 120,000,000
5			\$ -
6			\$ -
7			\$ -
8			\$ -
9			\$ -
10			\$ -
TOTAL			\$ 275,000,000

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Presupuesto de inversión

De acuerdo con cotizaciones reales las fases 1 y 2 del UTM tienen un valor \$10.000.000.000.000 (antes de IVA), el cual incluye un año de prestación del servicio de la plataforma, separadas en tres periodos, \$1.000.000.000 para 2024, \$6.500.000.000 para 2025 y \$2.500.000.000 para 2026.

5.1.3 Estados financieros (escenario probable)

A continuación, se presenta la proyección del Flujo de Caja, Estado de Resultados y Balance General del proyecto teniendo en cuenta todos los supuestos antes mencionados.

Figura 13 Flujo de caja

CALCULO DEL FLUJO DE CAJA LIBRE										
EBIT	\$	-1,725,000,000.0	\$	-1,628,200,000.0	\$	-1,497,326,400.0	\$	-1,320,385,292.8	\$	-1,081,160,915.9
Impuestos	\$	-569,250,000.0	\$	-537,306,000.0	\$	-494,117,712.0	\$	-435,727,146.6	\$	-356,783,102.2
NOPLAT	\$	-1,155,750,000.0	\$	-1,090,894,000.0	\$	-1,003,208,688.0	\$	-884,658,146.2	\$	-724,377,813.6
Inversión Neta	\$	1,725,000,000.0	\$	-96,800,000.0	\$	-130,873,600.0	\$	-176,941,107.2	\$	-239,224,376.9
Flujo de Caja Libre del período	\$	569,250,000	\$	-1,187,694,000	\$	-1,134,082,288	\$	-1,061,599,253	\$	-963,602,191

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS					
	2024	2025	2026	2027	2028
VENTAS	\$ 275,000,000.0	\$ 371,800,000.0	\$ 502,673,600.0	\$ 679,614,707.2	\$ 918,839,084.1
COSTO VENTAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD BRUTA	\$ 275,000,000.0	\$ 371,800,000.0	\$ 502,673,600.0	\$ 679,614,707.2	\$ 918,839,084.1
GASTOS ADITIVOS Y VTAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GASTOS FIJOS DEL PERIODO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
OTROS GASTOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
DEPRECIACIÓN	\$ 2,000,000,000.0	\$ 2,000,000,000.0	\$ 2,000,000,000.0	\$ 2,000,000,000.0	\$ 2,000,000,000.0
UTILIDAD OPERATIVA	\$ (1,725,000,000.0)	\$ (1,628,200,000.0)	\$ (1,497,326,400.0)	\$ (1,320,385,292.8)	\$ (1,081,160,915.9)
GASTOS FINANCIEROS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD ANTES DE IMPTOS	\$ (1,725,000,000.0)	\$ (1,628,200,000.0)	\$ (1,497,326,400.0)	\$ (1,320,385,292.8)	\$ (1,081,160,915.9)
IMPUESTOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD NETA	\$ (1,725,000,000.0)	\$ (1,628,200,000.0)	\$ (1,497,326,400.0)	\$ (1,320,385,292.8)	\$ (1,081,160,915.9)

Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Balance general

	BALANCE					
	AÑO o	2024	2025	2026	2027	2028
ACTIVO						
CAJA/BANCOS	\$ -	\$ 275,000,000.00	\$ 2,371,800,000.00	\$ 4,502,673,600.00	\$ 6,679,614,707.20	\$ 8,918,839,084.13
FIJO NO DEPRECIABLE	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FIJO DEPRECIABLE	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00
DEPRECIACIÓN ACUMULADA	\$ -	\$ 2,000,000,000.00	\$ 4,000,000,000.00	\$ 6,000,000,000.00	\$ 8,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00
ACTIVO FIJO NETO	\$ 10,000,000,000.00	\$ 8,000,000,000.00	\$ 6,000,000,000.00	\$ 4,000,000,000.00	\$ 2,000,000,000.00	\$ -
TOTAL ACTIVO	\$ 10,000,000,000.00	\$ 8,275,000,000.00	\$ 8,371,800,000.00	\$ 8,502,673,600.00	\$ 8,679,614,707.20	\$ 8,918,839,084.13
PASIVO						
Impuestos X Pagar	\$ 0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL PASIVO CORRIENTE	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Obligaciones Financieras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
PASIVO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
PATRIMONIO						
Capital Social	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00	\$ 10,000,000,000.00
Utilidades del Ejercicio	\$ 0	\$ (1,725,000,000.00)	\$ (1,628,200,000.00)	\$ (1,497,326,400.00)	\$ (1,320,385,292.80)	\$ (1,081,160,915.90)
TOTAL PATRIMONIO	\$ 10,000,000,000.00	\$ 8,275,000,000.00	\$ 8,371,800,000.00	\$ 8,502,673,600.00	\$ 8,679,614,707.20	\$ 8,918,839,084.13
TOTAL PAS + PAT	\$ 10,000,000,000.00	\$ 8,275,000,000.00	\$ 8,371,800,000.00	\$ 8,502,673,600.00	\$ 8,679,614,707.20	\$ 8,918,839,084.13
CUADRE (ACT = PAS+PAT)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Fuentes de financiación

La fuente de los recursos serán 100% de recursos del Estado, por lo cual no se requiere un préstamo.

5.1.5 Evaluación financiera e indicadores financieros

Se realiza el análisis de valoración financiera, incluyendo los indicadores financieros VAN y TIR, para lo cual se obtiene el siguiente resultado:

Figura 16 Indicadores financieros

VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO =	(\$ 13,777,727,731.94)
TASA INTERNA DE RETORNO =	NO_APLICA

Fuente: Elaboración propia

Tal como se ve, la tasa interna del proyecto no es viable, razón por la cual el valor presente neto del proyecto es negativo, lo cual permite concluir que el proyecto ciertamente no es atractivo financieramente hablando. Ahora bien, es importante resaltar que el periodo de recuperación del proyecto es de 13.2 años, siendo esto un resultado poco atractivo puesto que el punto de equilibrio del proyecto se obtiene muy posterior a los 5 años proyectados.

5.2 Recursos

Aunque existen 3 tipos de recursos: trabajo (personal y equipos), material (consumibles) y costo (tiquetes, alojamiento, viáticos), la Entidad cuenta con todos los recursos a excepción de los profesionales, a los cuales se les asignaron unos honorarios mensuales y anuales aproximados:

Figura 17 Personal requerido UTM

Cantidad	Denominación
01	Director del Proyecto
01	Coordinador En Sistemas De Información Geográfica
01	Coordinador Técnico En Tecnologías De Información O Comunicaciones O Líder Técnico Funcional.
01	Analista de requerimientos parametrización y validación o líder funcional concepto espacio aéreo - UAS
01	Gestor Del Manejo De Cambio- Uso Y Apropiación
01	Coordinador Mesa de ayuda
02	Técnico Soporte de Mesa de ayuda

Fuente. Elaboración propia

6 Riesgos

Tomando los conceptos básicos de la metodología sugerida por la Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas y la redujimos a las columnas etapa, riesgo, consecuencia, responsable, defensa (acción mitigadora), probabilidad, severidad y calificación, seguidamente identificamos los principales riesgos de forma sencilla. Lo primero que se debe hacer es identificar los riesgos y su consecuencia, para lo cual tomamos la clasificación de riesgos sugerida:

Se identificaron los principales riesgos en todas las etapas del proyecto (Precontractual, contractual, ejecución y operación) y riesgos de diferentes tipos:

Etapa precontractual

Procesos-jurídicos: No suscripción del contrato, no constitución póliza, inexactitud en los estudios previos

Etapa Contractual

Externos: Incremento del dólar, cambio de Presidente y por ende nuevas Políticas del Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Ejecución

Que la implementación del software no cumpla las especificaciones técnicas del pliego de condiciones

Etapa Operación

Tecnológicos: Incompatibilidad con los sistemas con los que cuenta la Entidad

De la Matriz de riesgos, se puede concluir que el riesgo más alto y que está dentro de la gobernabilidad de la AEROCIVIL, es el incumplimiento del contrato, por lo cual se deben priorizar los esfuerzos en la Supervisión del contrato, en la etapa precontractual el riesgo más alto es la inexactitud en los estudios previos y la no suscripción del contrato, por lo cual se debe establecer una política por parte de la alta gerencia en el acompañamiento del Comité de contratos a los estructuradores del proyecto, finalmente el riesgo más severo durante la ejecución-operación, sería que la implementación del software no cumpla las especificaciones técnicas del pliego de condiciones y la defensa sería establecer una garantía única del 50% del valor del contrato y en segundo lugar una falla de compatibilidad por lo cual se deben realizar pruebas técnicas previo al recibido a satisfacción.

Figura 18 Matriz de identificación y evaluación de riesgos contratación UTM

GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO								
ID	ETAPA	RIESGO	CONSECUENCIA	RESPONSABLE	DEFENSA	PROB	SEV	CALIFICACIÓN
1	Precontractual	Inexactitud en la elaboración de los estudios previos. Falta de oportunidad en la suscripción del acto administrativo	Reprocesos en la etapa precontractual. Procesos declarados desiertos. Demoras en el proceso de contratación. No satisfacción de la necesidad. Que no se firme el contrato y se tenga que iniciar un nuevo proceso. Desgaste administrativo.	Aerocivil-Estructurador	1. Asesoría por parte del Grupo precontractual. 2. Revisión y aprobación por parte del comité de contratación.	4	4	8:extremo
2	Precontractual	La no constitución de la póliza de garantía de cumplimiento exigida para amparar el incumplimiento de las obligaciones del contrato	Que el software a adquirir se quede sin garantía	Contratista	Multa 0.2% del valor del contrato	2	2	4:bajo
3	Precontractual	Corrupción: Establecer requisitos innecesarios en el pliego de condiciones para beneficiar a un oferente	Adjudicación errónea.	Aerocivil	1. Revisión por parte del Comité de Contratación	2	5	7:Alto
4	Contractual	Cambio de Presidente y por ende nuevas Políticas del Departamento Nacional de Planeación (DNP)	Disminución o cancelación del presupuesto asignado para el proyecto de inversión	Aerocivil-Planeación	Garantía única	4	4	8:extremo
5	Contractual	Aumento del dólar	Disminución en el número de fases a implementar	Contratista	Garantía única	2	2	4:bajo
6	Contractual	Incumplimiento del contrato	Seguridad Operacional:Riesgo de colisión de Aeronaves en vuelo, y pérdida de vidas y bienes en tierra	Contratista	Garantía de seriedad 20% del valor del contrato. Estricta supervisión	2	2	4:bajo
7	Ejecución	Pérdida de los datos de los usuarios durante la migración	Reprocesos	Contratista	El contratista debe tomar las medidas de seguridad pertinentes	2	2	4:bajo
8	Ejecución	Que la implementación del software no cumpla las especificaciones técnicas del pliego de condiciones	No se cumple lo contratado	Contratista	Garantía única 50% del valor del contrato	4	4	8:extremo
9	Ejecución	Incumplimiento parcial	No se cumple lo contratado	Contratista	Multa 0.2% del valor del contrato	2	3	5:bajo
#	Operación	Incompatibilidad con los sistemas con los que cuenta la Entidad.	No se cumple lo contratado	Aerocivil	Realizar pruebas técnicas antes del recibido a satisfacción	3	4	7:Alto
#	Ejecución	Que la regulación UAS no sea apropiada	Si la regulación está mal, la implementación del software queda mal	Aerocivil	Análisis completo de escenarios regulatorios que intervengan con la regulación DRONES actual	2	4	6:Alto
#	Ejecución	Falta de participación de los funcionarios	1. Retrasos en el cronograma y resistencia al cambio	Contratista	Implementación de la gestión del cambio	3	3	6:Alto
#	Ejecución	Capacitación deficiente en el uso del sistema	1. Ausencia de un diagnóstico real y objetivo	Contratista	Realizar una adecuada programación de la capacitación y transferencia de conocimiento	3	3	6:Alto
#	Ejecución	Riesgos de Seguridad Informática y de la Información	Pérdida de la Confidencialidad de los datos	Contratista	1. Dar cumplimiento a la normatividad vigente de política de seguridad de la información	3	3	6:Alto
#	Ejecución	Ocurrencia de pandemias Mundiales	Limitación del desarrollo de las actividades alterando la programación y resultados.	Aerocivil-contratista	Establecer planes de contingencia	3	4	7:Alto

Fuente: Elaboración propia

7 Marco Institucional

7.1 Presentación general de la empresa

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) se configura como un ente gubernamental encargado de la gestión de la aviación civil en la República de Colombia, siendo una entidad adscrita al Ministerio de Transporte y ejerciendo su labor en la rama ejecutiva del poder público. Su ubicación central se sitúa en Aeropuerto Internacional El Dorado, más precisamente en el Nuevo Edificio Administrativo de Aerocivil (NEAA). Con su rol como autoridad aeronáutica, la UAEAC desempeña un papel fundamental en la reglamentación, supervisión y control de la aviación civil en el país, así como la prestación de servicios de navegación aérea y la administración del espacio aéreo. (Aeronáutica Civil de Colombia, 2016).

7.2. Misión

La misión de la Aeronáutica Civil de Colombia es trabajar por “el crecimiento ordenado de la aviación civil, la utilización segura del espacio aéreo colombiano, la infraestructura ambientalmente sostenible, la conexión de las regiones entre sí y con el mundo, impulsando la competitividad y la industria aérea y la formación de un talento humano de excelencia para el sector.” (Aeronáutica Civil de Colombia, 2022)

7.3 Visión

Por su parte, se propone “al 2030, movilizar 100 millones de pasajeros y duplicar el transporte de carga partiendo del 2018, en un entorno institucional claro, competitivo, conectado, seguro y sostenible, soportado en una infraestructura renovada, una industria robustecida y un talento humano de excelencia.” (Aeronáutica Civil de Colombia, 2022).

7.4 Objetivos institucionales

Los objetivos Estratégicos tanto para el Plan Estratégico Aeronáutico 2030 como para el PEI 2018-2022 son los mismos:

Figura 19 *Objetivos institucionales Aerocivil*

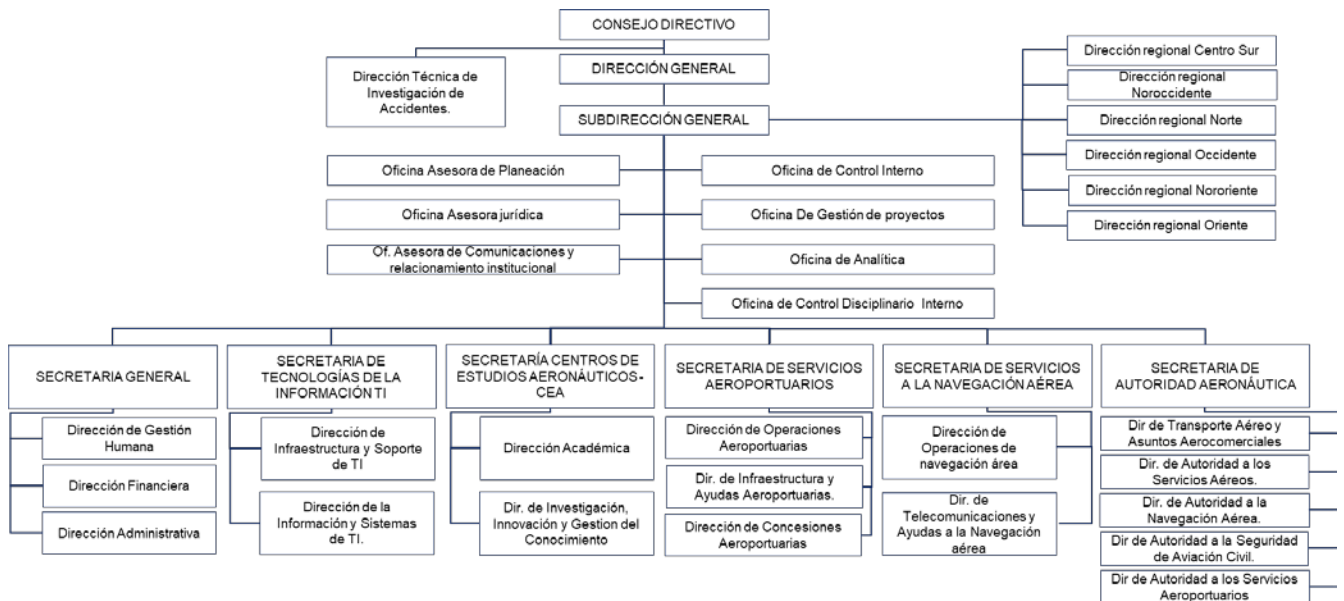


Fuente: *Elaboración propia*

7.5 Estructura Organizacional

La Aeronáutica Civil cuenta con una estructura jerárquica que incluye Secretarías, Direcciones, Oficinas y Grupos, con sus funciones establecidas y enmarcadas en la normatividad vigente.

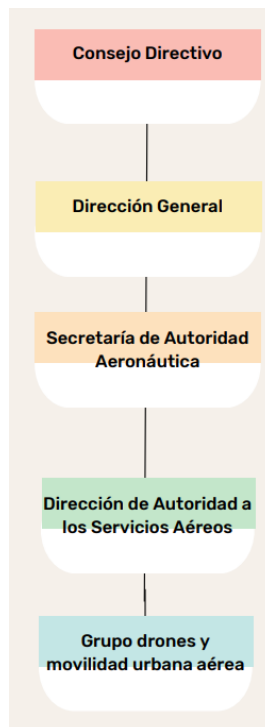
Figura 20 *Organigrama Aerocivil*



Fuente: <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/organigrama>).

Dentro de la Dirección de Autoridad de los Servicios Aéreos, se encuentran ocho grupos especializados, entre ellos el grupo de drones y movilidad Urbana Aérea. Este grupo fue establecido mediante la Resolución 354 de 2022, y tiene asignadas dieciocho funciones fundamentales relacionadas con el registro, los permisos de diseño de aeronaves y sus componentes, las normas, la inspección, las licencias, y otras áreas relevantes. Estas funciones aseguran la regulación y supervisión efectiva de las operaciones de aeronaves no tripuladas y la movilidad urbana aérea en el país (Aeronáutica Civil de Colombia, 2016).

Figura 21 Organigrama Aerocivil áreas involucradas

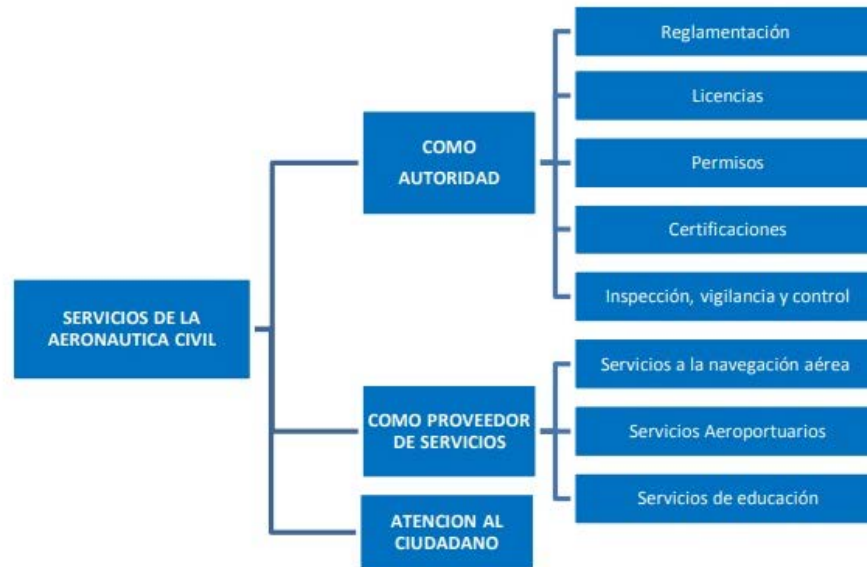


Fuente: Elaboración propia a partir de Aeronáutica Civil de Colombia 2022.

7.6 Productos o servicios

De acuerdo con el artículo 2º del Decreto 260 de 2004, que fue modificado por el artículo 1º del Decreto 823 de 2017, se establece que la UAEAC es la máxima autoridad en asuntos relacionados con la aviación en todo el territorio nacional. A la UAEAC le corresponde regular, certificar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo colombiano, así como supervisar la infraestructura destinada a tal fin, (UAEAC, 2018). Por lo cual ofrece los servicios como autoridad y de proveedor de servicios.

Figura 22 Servicios prestados por la Aeronáutica civil



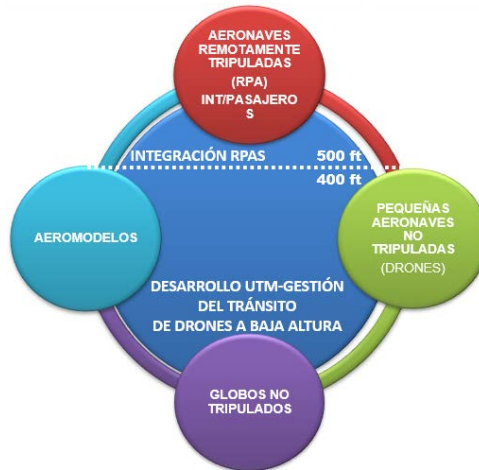
Fuente: *Elaboración Aerocivil*

8 Marco teórico

8.1 Sistemas de Aeronaves no tripuladas UAS

La organización de Aviación Civil Internacional (OACI) clasificó a los UAS en dos grupos: Los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a distancia (RPAS) que serán integradas en el espacio aéreo junto con las aeronaves tripuladas, ya que éstas y sus pilotos deberán tener la capacidad de cumplir los mismos requisitos y procedimientos de las aeronaves tripuladas y por lo tanto se les dará el mismo tratamiento. Realizarán operaciones internacionales bajo reglas de vuelo por instrumentos (IFR) en toda clase de espacios aéreos (A-G) desde los 500 pies hasta el nivel de vuelo FL660 (66000 pies) compartiendo los servicios de tránsito aéreo y aeródromos de las aeronaves tripuladas. Los demás UAS, es decir aeromodelos, globos, y pequeños UAS o drones que no pueden cumplir los requisitos anteriores se tratarán por separado, es decir, serán acomodados en el espacio aéreo manteniéndolas alejadas de otras aeronaves. (Unmanned Aviation Bulletin, n.d.)

Figura 23 UAS



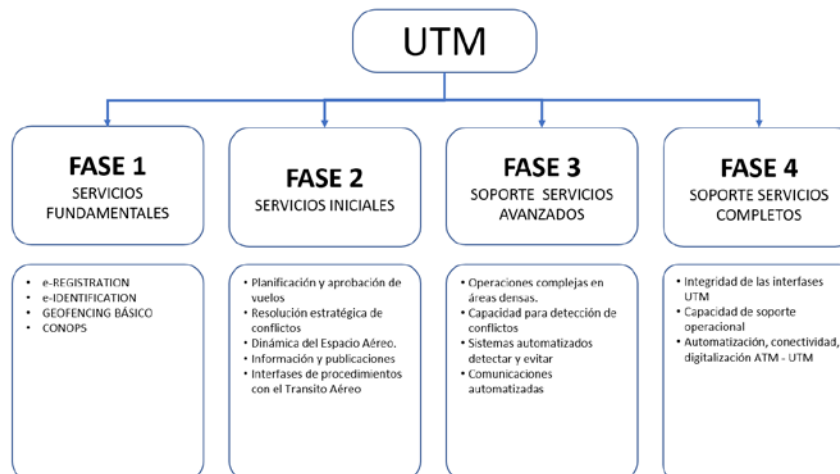
Fuente: Elaboración propia

8.2 Servicio de tránsito Aéreo a baja altura para drones UTM

Es un conjunto de servicios basados en altos niveles de digitalización y automatización para soportar la gestión de tránsito segura y eficiente de un gran número de drones a toda clase de espacios aéreos a muy bajo nivel; por debajo de los 120m sobre el terreno, en entornos tanto urbanos como rurales y se basa en una gestión centralizada de planes de vuelo que se compararán con la información facilitada por los sistemas de gestión de tránsito tripulado (ATM)

El sistema UTM está basado en 4 tipos de servicios que se implementarán de manera secuencial, en función de la disponibilidad de los bloques de servicios y tecnologías:

Figura 24 UTM



Fuente: Elaboración propia

8.3 CONOPS

Un concepto de operaciones (abreviado CONOPS o ConOps) es un documento que describe las características de un sistema propuesto desde el punto de vista de un individuo que utilizará ese sistema. Es usado para comunicar las características cuantitativas y cualitativas del sistema a todas las partes interesadas. El concepto operacional de U-space busca proporcionar una infraestructura sólida y procesos eficaces para permitir operaciones seguras y efectivas de vehículos aéreos no tripulados en el espacio aéreo de baja altitud. Esto es fundamental para impulsar la industria de drones y su integración en el espacio aéreo compartido de manera segura y regulada. El concepto operacional de U-space (también conocido como espacio U) es un enfoque que tiene como objetivo habilitar y gestionar de manera segura y eficiente las operaciones de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) en el espacio aéreo de baja altitud. U-space se desarrolla para garantizar la integración segura y efectiva de drones y otros vehículos aéreos no tripulados en el espacio aéreo compartido con aeronaves tripuladas.

9 Diseño metodológico - evaluación de mercado (viabilidad)

9.1 Análisis externo

A continuación, se presenta la matriz Fortalezas/Debilidades/Oportunidades/Amenazas FODA de alto nivel de la Entidad establecida en el Plan de Navegación Aérea para Colombia Volumen I, Nivel Nacional estratégico, del cual el autor del presente proyecto fue parte de las mesas de trabajo para su elaboración:

Tabla 4 *Matriz DOFA*

	Fortalezas (Interna)	Debilidades
Análisis interno	<p>Cambio cultural frente a la planeación, con visión y proyección a más de una década.</p> <p>Alta dirección comprometida que genera confianza en el sector</p> <p>Infraestructura CNS moderna y con capacidad disponible</p> <p>Asignación de presupuesto de Inversión significativo</p> <p>Imagen positiva en la prestación de los servicios</p> <p>Fortalecimiento institucional que permite atender los nuevos retos del sistema de aviación civil en Colombia.</p> <p>Capacidades y aptitudes positivas del talento humano en Aerocivil</p>	<p>Comunicaciones reactivas con la comunidad aeronáutica</p> <p>Ausencia de gestión operacional para toma de acciones de acuerdo con nivel de atribuciones establecido.</p> <p>Ausencia de un SMS del proveedor de servicios Aerocivil maduro</p> <p>Carencia de Sistema de gestión del mantenimiento de la infraestructura operando de manera continua</p> <p>Ausencia de vigilancia con base en riesgos de seguridad operacional y de aviación civil, responsabilidad de la autoridad aeronáutica.</p> <p>Carencia de análisis detallado de los problemas operacionales que permita identificar una solución segura, ambiental y costo-eficiente</p> <p>Carencia de arquitectura y gobierno de datos que soportan las actividades /</p>

procesos que realiza tanto proveedor de servicios como autoridad en la Aerocivil
Los procesos de apoyo no optimizados para soportar las mejoras en la provisión de los servicios misionales de Aerocivil
Bajo nivel de intercambio de datos e información entre sistemas automatizados, que se traduce en bajo nivel de interoperabilidad limitando la eficiencia y la capacidad del sistema de navegación aérea

Oportunidades	Amenazas
<p>DRONES presenta nuevos retos al sistema de aviación y grandes posibilidades de crecimiento social y económico</p> <p>Plan Nacional de Desarrollo que incluye una visión estratégica del modo aéreo.</p> <p>Acuerdos de cooperación vigentes que ofrecen asistencia técnica</p> <p>Posibilidad de expansión regional del CEA para aumentar su oferta académica</p> <p>Tratados de libre comercio que incrementan transporte de carga</p> <p>Incremento en la demanda por transporte aéreo y nuevos tipos de demanda</p> <p>Incremento en operadores extranjeros y operadores domésticos</p> <p>Apoyo del gobierno a la generación de industria manufacturera de aeronaves, mayores índices de empleo (especializado).</p> <p>Incremento de los índices del PIB gracias al incremento de la operación aérea que a su vez afecta positivamente otros renglones económicos.</p> <p>económicos. Ingreso al sistema de operadores “low-cost” que generan un formato diferente de oferta con acceso a una población diferente y más amplia de usuarios.</p> <p>El turismo “eco”, incrementa demanda de la operación aérea a sectores del país donde la operación aérea puede atender la demanda.</p> <p>Tecnologías avanzadas disponibles</p>	<p>Restricción presupuestal que limita el fortalecimiento de la planta de personal</p> <p>Eventos catastróficos debidos a falta de sistema de gestión de seguridad operacional y vigilancia basada en riesgos</p> <p>Resurgimiento de violencia armada en regiones</p> <p>Inestabilidad económica países vecinos que pueden impactar negativamente las operaciones en Colombia</p> <p>Nuevos operadores (DRONES) que pueden impactar negativamente la seguridad operacional por falta de vigilancia</p> <p>Impuestos al combustible volátiles, dependientes de otras variables macroeconómicas afectan el comportamiento del sistema de transporte</p> <p>La devaluación genera incremento en suministros, materiales, repuestos y partes aeronáuticas.</p> <p>Internet es tanto una gran herramienta como una fuente de vulnerabilidad a los sistemas automatizados en aviación</p>

Análisis externo

Conocimiento y desarrollo del talento humano en áreas relacionadas con la tecnología.

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Navegación Aérea Vol I.

9.2 Tipo de investigación

El enfoque de investigación utilizado en este trabajo es de tipo descriptivo, con el objetivo de comprender las necesidades de la entidad y proporcionar una metodología y un plan de implementación. El periodo temporal de esta investigación es de tipo transversal, ya que la recopilación de datos se realizará en un solo momento. Estos instrumentos de medición ayudarán a identificar los procesos prioritarios para el desarrollo de capacidades organizacionales, brindando información valiosa para la toma de decisiones.

9.3 Análisis interno

9.3.1 Población muestra y ficha técnica

La población a la cual se dirigió el estudio es aquella que está involucrada en el proceso de gestión Drones de Aerocivil.

El estudio consistió en una entrevista y una encuesta, como se muestra a continuación:

Tabla 5 *Ficha técnica*

Características	Descripción
Periodo de recolección de datos	18 Octubre 2023
Ciudad de aplicación	Bogotá, Colombia
Entrevista Medio: Presencial	Subdirector General de la Aerocivil, dos (02) asesores de la subdirección general y un funcionario experto en planeación.
Encuesta Medio de recolección: Votación WhatsApp	18 funcionarios del Grupo de Drones, incluido el Director de Operaciones de navegación Aérea y el Jefe de Aeronavegación Nacional.

Fuente: Elaboración propia

9.3.2 Entrevista

Se entrevistó personalmente a cuatro funcionarios de nivel Directivo con el fin de explorar las alternativas diferentes a la contratación, para gestionar la implementación del Sistema de Gestión de tránsito Aéreo a baja altura:

Tabla 6 Entrevistas

Entrevistado	Aporte a la investigación
Coronel Jose Luis Enrique Avendaño Hurtado Subdirector General Aerocivil	Conexión con el Asesor de proyectos Offset Ministerio de defensa Nacional. Conexión con la Asesora de relaciones interinstitucionales.
Pablo Alejandro Giraldo Jimenez Experto en Planeación y proyectos	Procedimiento para gestionar presupuesto para el proyecto.
Jimmy Anderson Florez Zuluaga Asesor Subdirección General – Proyectos offset MDN	Gestión para presentar proyecto offset ante MDN y contratación por ciencia y tecnología.
Angie Daniela Rodriguez Tamayo Asesora de Relacionamiento Institucional	Gestión para presentar el proyecto Gobierno a Gobierno G2G con Corea.

Fuente: Elaboración propia

9.3.3 Encuesta semiestructurada

Se diseñó una herramienta para recopilar las opiniones acerca de la preferencia en el mecanismo de implementación de la gestión de tránsito aéreo a baja altura para drones, se encuestaron 18 funcionarios del Grupo de drones de Aerocivil:

Tabla 7 Funcionarios encuestados grupo drones Aerocivil

Coronel Juan José López Duque Director de Operaciones de Navegación Aérea	Jhon Jaiver Sabogal Corredor Jefe Nacional Aeronavegación	Robert Santiago Quiroga Cruz Asesor Subdirección General	Jorge Luis Amado Bernal Asesor Gestión Tránsito Aéreo Drones
Mateo Andrés Duque Calderón Asesor legal Drones	Lisette Paola Medina Castañeda Asesor legal drones	Andrés Mauricio Guevara Asesor Gestor Académico Drones	Julio Enoc Parra Villamarin Inspección Pilotos y Reglamentación Drones
Jhoan Rodrigo Palacios Manrique Asesor Operaciones Drones	Edinson Sanabria Asesor Operaciones Drones	Jaime Andrés Bastidas Zarta Asesor Operaciones Drones	Mónica Cárdenas Certificación Drones

Fabián Gaona Leal Contratista Drones	Yelitza Paola Suarez Suárez Contratista Drones	Ana Katherine Rincón González Contratista Drones	Pabel Fernando Henao Alvarez Contratista Drones
Diego Lisandro Ramos Valbuena Contratista Drones	Daniel Fernando Cantor Salamanca Contratista Drones		

9.3.4 Matriz de decisión

Se construyó una matriz de decisión para solución de la implementación del UTM. se tienen 5 posibles soluciones y 15 variables, las cuales se calificaron, donde 1 es desfavorable, 2 es Intermedio y 3 Favorable.

9.3.4.1 Definición de variables

Para evaluar la mejor decisión en la contratación de UTM, se definieron las siguientes variables:

Tabla 8 Variables

Variables				
Menor Costo - eficiencia económica	Menor exigencia contractual- mayor viabilidad contractual	CONOPS incluido	Casos de éxito	Menor Personal requerido - Recursos
Menor tiempo etapa precontractual	Integración ATM (compatibilidad con sistema vigilancia, tracking)	Probabilidad que la solución satisfaga la necesidad	Soporte-continuidad – mayor tiempo operación	Menor tiempo Desarrollo implementación
Mayor capacidad	Mayores Beneficios-ventajas	Menores Desventajas	Menores Riesgos posibles	Generación de Ingresos adicionales

Fuente: Elaboración propia

9.3.4.2 Definición de soluciones

Se definieron cinco posibles soluciones para la Implementación UTM

Tabla 9 Matriz de decisión contratación UTM

Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
----------	----------	----------	----------	----------

Proceso contractual con un proveedor de servicios aprobado con casos de éxito	Convenio interinstitucional mediante tratado gobierno a gobierno G2G con Corea y/o Europa (EASA)	Proyecto offset con Ministerio de Defensa Nacional MDN	Contrato de ciencia y tecnología	Proceso contractual para el desarrollo del UTM ceros
---	--	--	----------------------------------	--

Fuente: *Elaboración propia*

9.3.4.3 Calificación de la matriz de decisión

Se calificó la matriz con la siguiente escala, 1. Menos favorable, 2. Intermedio, 3. Fvaorable.

Tabla 10 *Matriz de decisión contratación UTM*

Variables	Opción 1 Proceso contractual con un proveedor de servicios aprobado con casos de éxito	Opción 2 Convenio interinstitucional mediante tratado gobierno a gobierno G2G con Corea y/o Europa (EASA)	Opción 3 Proyecto offset con Ministerio de Defensa Nacional MDN	Opción 4 Contrato de ciencia y tecnología	Opción 5 Proceso contractual para el desarrollo del UTM ceros
Menor Costo	1	2	3	1	3
Menor tiempo etapa precontractual	1	3	2	1	1
Menor tiempo Desarrollo implementación	3	3	3	3	1
Menor exigencia contractual-mayor viabilidad contractual	1	3	2	2	1
Mayor capacidad técnica (Integración ATM, compatibilidad con sistema)	3	3	3	3	1

vigilancia, tracking)					
Probabilidad que la solución satisfaga la necesidad	3	3	3	3	1
CONOPS incluido	3	3	3	3	2
Casos de éxito	3	3	3	3	1
Soporte-continuidad – mayor tiempo operación	3	3	3	3	1
Menor Personal requerido - Recursos	3	3	3	3	1
Mayores Beneficios-ventajas	2	3	3	2	1
Menores Desventajas	2	3	3	2	1
Menores Riesgos posibles	2	3	3	2	1
Generación de Ingresos adicionales	3	3	3	3	3
Mayor capacidad	3	3	3	3	1
TOTAL	36	44	43	37	20

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que la alternativa viable de la implementación de plataforma UTM (U1-U2) bajo una suscripción de software como servicio (SaaS) consistiría en el siguiente orden de prioridad:

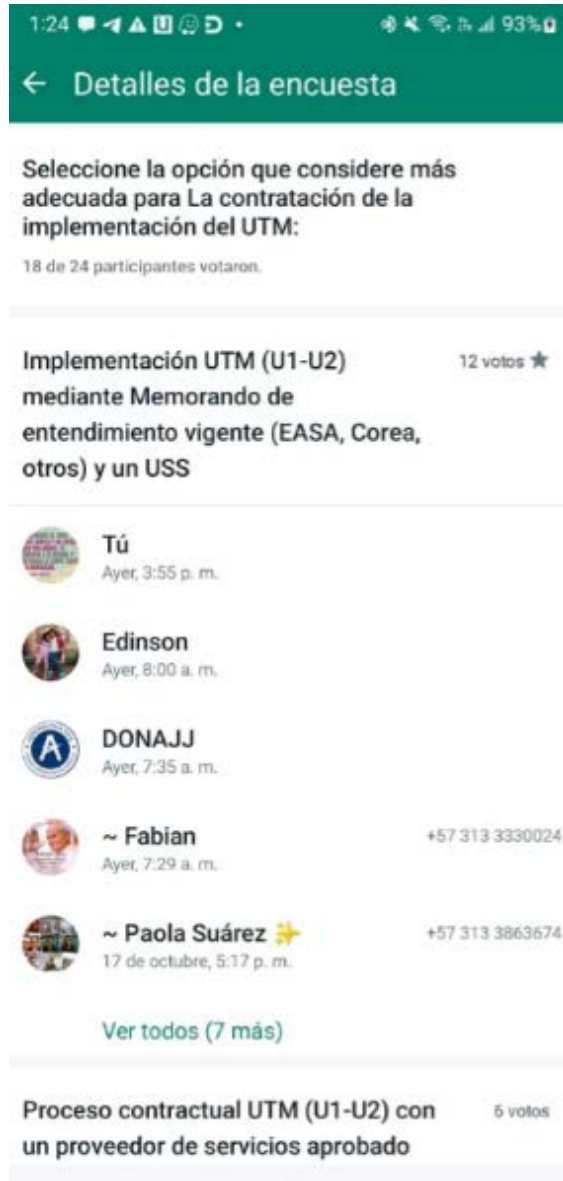
- a) Convenio interinstitucional mediante tratado gobierno a gobierno G2G con Corea y/o Europa (EASA). 44 puntos
- b) Proyecto offset con Ministerio de Defensa Nacional MDN. 43 puntos
- c) Contrato de ciencia y tecnología. 37 puntos
- d) Proceso de Concurso de Méritos Abierto. 36 puntos

- e) Proceso de Concurso de Méritos Abierto para el desarrollo del UTM ceros. 20 puntos

9.4 Validación de Instrumento para la recolección de información

Se diseñó una encuesta en whastaap de una pregunta de selección múltiple con única respuesta, previamente se envió la matriz de decisión para que los encuestados tuvieran en cuenta las 15 variables para como guía para la toma de decisiones. De los 18 encuestados, 12 coincidieron en la selección del Convenio interinstitucional mediante tratado gobierno a gobierno G2G con Corea y/o Europa (EASA).

Figura 25 Encuesta whatsapp



1:24 93%

← Detalles de la encuesta


Seleccione la opción que considere más adecuada para La contratación de la implementación del UTM:


18 de 24 participantes votaron.


Implementación UTM (U1-U2) mediante Memorando de entendimiento vigente (EASA, Corea, otros) y un USS 12 votos ★

 **Tú**
Ayer, 3:55 p. m.

 **Edinson**
Ayer, 8:00 a. m.

 **DONAJJ**
Ayer, 7:35 a. m.

 **~ Fabian** +57 313 3330024
Ayer, 7:29 a. m.

 **~ Paola Suárez** +57 313 3863674
17 de octubre, 5:17 p. m.


[Ver todos \(7 más\)](#)

Proceso contractual UTM (U1-U2) con un proveedor de servicios aprobado 6 votos

Fuente: Elaboración propia

10. Presupuesto y entregables detallados

Figura 26 Entregables y presupuesto detallado

 AERONÁUTICA CIVIL <small>UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</small>		FORMATO	
		FORMATO 7 PROPUESTA ECONÓMICA	
OBJETO: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO A BAJA ALTURA PARA DRONES			
EDT	NOMBRE DE TAREA	COSTO	
1.1	FASE 1. Desarrollo CONOPS Definición del Concepto Operacional del Espacio Aéreo para los UAS a nivel Nacional (ConOps), marketing y plan de negocios y requisitos de solución detallados	\$ 1,000,000,000	
1.1.1	Introducción a UTM: descripción general del mercado global de UAS,		
1.1.2	Definición de la operación comercial: Definición de cómo funcionará el		
1.1.3	Desarrollo del concepto de operaciones (ConOps): definición de flujos		
1.1.4	Plan de Marketing y divulgación: Identificar pruebas de mercado, plan		
1.1.5	Diseño y confirmación del plan comercial: revisión exhaustiva de la		
1.1.6	Diseño y documentación de la solución (arquitectura del sistema): con		
1.2	FASE 2. Instalación, parametrización, implementación y pruebas plataforma UTM	\$ 6,500,000,000	
1.2.1	PLATAFORMA UTM		
1.2.1.1	Motor de registro: Registro e Identificación de los usuarios y aeronaves, Libro de registro digital.		
1.2.1.2	Geomotor: Mapas con Información Geográfica Sobre Zonas De Vuelo, Información Meteorológica, servicio de etiqueta digital, servicio de grabación.		
1.2.1.3	Motor de vuelo: Conciencia situacional e Información Geográfica sobre las Zonas de Vuelo de Interés, Gestión de Información Aeronáutica de UAS-RPAS, Notificación de accidentes / incidentes, Planificación del vuelo y análisis de las solicitudes, Asistencia para el análisis de riesgos, Resolución estratégica de conflictos, Información meteorológica, Autorización y administración de las solicitudes de vuelo, autorización automática y asistida.		
1.2.1.4	Motor de tráfico		
1.2.1.5	Motor de facturación		
1.2.2	PANEL DE CONTROL DEL ADMINISTRADOR DEL UTM		
1.2.3	CLIENTES MÓVILES, APLICACIÓN WEB, API, SDK DE		
1.3	FASE 3. Prestación del servicio, Soporte (mesa de ayuda) y Mantenimiento (anual)		
1.3.1	Capacitación, gestión del cambio: 3 ciclos de capacitación, Plan de Capacitación, Transferencia de Conocimiento y OJT para el personal designado de la Aerocivil, manual de usuario de la Plataforma, manual de pruebas de usuario, documentación técnica en español, Video Informativo, Video Clip de propaganda y Links publicitarios en las diferentes redes sociales.		
1.3.2	Soporte, mesa de ayuda y mantenimiento (12 meses)		
COSTOS TOTALES		\$ 10,000,000,000	
IVA		\$ 1,900,000,000	
TOTAL PROYECTO		\$ 11,900,000,000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Cronograma precontractual

ITEM	TEMA	ACTIVIDADES	FECHAS
1	TRAMITE DE SOLICITUD DE LA VIGENCIA FUTURA	Estudios, elaboración de documentos solicitud vigencia futura	14 de mayo al 21 de mayo de 2024
		Revisión documentos solicitud y actualización en SUIFP por la OAP	22 de abril al 29 de mayo de 2024
		Revisión actualización en SUIFP y concepto por el Ministerio de Transporte	01 de junio al 15 de junio de 2024
		Revisión actualización en SUIFP y concepto por el Departamento Nacional de Planeación	16 de junio al 30 de junio de 2024
		Solicitud y autorización del Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01 de julio al 22 de julio de 2024
2	TRAMITE PRECONTRACTUAL	Envío de documentos que soportan el proceso de contratación a la Dirección Administrativa	29 de mayo de 2024
		Presentación ante el Comité de Contratación	22 de junio de 2024
		Publicación del aviso de convocatoria publica	25 de junio de 2024
		Publicación estudios previos	25 de junio de 2024
		Publicación del proyecto de pliego de condiciones	25 de junio de 2024
		Plazo para presentar observaciones al proyecto de pliego de condiciones	06 de julio de 2024
		Respuesta a las observaciones al pliego de condiciones	16 de julio de 2024
		Fecha prevista de publicación del pliego de condiciones definitivo	23 de julio de 2024
		Expedición y publicación acto administrativo de apertura del proceso de selección	23 julio de 2024
		Presentación de observaciones a los pliegos de condiciones definitivos	03 de agosto de 2024
		Respuesta a las observaciones al pliego de condiciones	17 de agosto de 2024
		Plazo máximo para expedir adendas	21 de agosto de 2024
		Presentación de ofertas	31 de agosto de 2024
		Apertura del sobre administrativo	02 de septiembre de 2024
		Apertura sobre técnico	02 de septiembre de 2024
		Apertura del sobre económico	02 de septiembre de 2024
		Publicación informe de evaluación ofertas	04 de septiembre de 2024
		Presentación de observaciones al informe de verificación o evaluación	07 de septiembre de 2024
		Audiencia de comunicación del orden de elegibilidad	10 de septiembre de 2024
		Expedición del acto de adjudicación	14 de septiembre de 2024
Suscripción del contrato	17 de septiembre de 2024		
Entrega de las garantías para la ejecución del contrato	21 de septiembre de 2024		
Aprobación de pólizas e inicio de ejecución del contrato	25 de septiembre de 2024		
3	ETAPA CONTRACTUAL	Seguimiento al cumplimiento	25 de septiembre de 2024 al 31 de julio de 2025
		Finalización del contrato y liquidación	31 de julio de 2025 al 30 de noviembre de 2025

Fuente: *Elaboración Aerocivil*

12. Conclusiones

La solución de este caso de negocio plantea la implementación de las fases iniciales de la gestión del tránsito aéreo de drones a baja altura UTM (Concepto de Operaciones CONOPS, registro y sobrevuelos de forma electrónica), la cual consiste en la ejecución de dos proyectos en paralelo, el primero, en la sistematización de los procesos de registro y sobrevuelos de drones con el fin de agilizar y facilitar el proceso manual que deben tramitar los usuarios, mientras se realiza en paralelo la contratación de las fases iniciales de la plataforma UTM bajo la modalidad de una suscripción de software como servicio (SaaS).

El valor total del proyecto es de \$10.000.000.000, dividido en 3 periodos, el primero por \$1.000.000.000, el segundo por \$6.500.000.000 y finalmente \$2.500.000.000. Teniendo en cuenta que debe tramitar la solicitud de vigencias futuras para el año 2024 el proyecto iniciaría en Octubre de 2024, con el desarrollo del CONOPS hasta marzo de 2025, para el periodo 2025, para la instalación, parametrización, implementación y pruebas de la plataforma UTM el cual comenzaría en abril a agosto 2025 y así el sistema entraría en operación en septiembre de 2025 y finalmente, para el periodo 2026 (sept/2025-sept/2026) para el servicio postventa, consistente en la capacitación, soporte, mesa de ayuda y mantenimiento por un año.

La implementación de la solución, permitirá controlar y vigilar las operaciones de drones garantizando no sólo niveles aceptables de seguridad operacional sino que se disminuirán las operaciones ilegales al ser la herramienta para hacer cumplir los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte 100 Reglamentación Operación de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas UAS, lo que permitirá a la Aerocivil, como Autoridad Aeronáutica en Colombia, cumplir con su función de Regular, administrar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo, blindándose ante acciones legales. Adicionalmente, esta sistematización reducirá la carga laboral de los funcionarios de la Entidad pero aumentando la capacidad de respuesta a la ciudadanía, mejorando los niveles de percepción hacia la Entidad al facilitar operaciones como la de transporte de carga con drones, volar más allá de la línea de vista (BVLOS), volar sobre áreas pobladas, volar en espacio aéreo controlado junto con la aviación tripulada, abriendo el paso a la Movilidad Aérea urbana, más conocidos como taxis drone, lo cual impulsará el desarrollo de la Industria de drones, el cual es uno de los objetivos estratégicos de la Entidad, específicamente el eje de industria aeronáutica y cadena de suministro, y así contribuir con la visión 2030, consistente en transportar 100 millones de pasajeros y 1.5 millones de toneladas de carga.

13. Recomendaciones

Se recomienda a la Entidad, gestionar la ampliación del horizonte del proyecto y la gestión y asignación de recursos para la vigencia 2025, o en su defecto asegurar la disponibilidad presupuestal para atender la necesidad definida, adicionalmente se debe tramitar la solicitud de vigencias futuras para el 2024 para la primera fase del proyecto por \$1.000.000.000.

Teniendo en cuenta que el riesgo más alto del proyecto, es la inexactitud en los estudios previos y la no suscripción del contrato, se recomienda explorar en paralelo las modalidades de cooperación técnica Gobierno a Gobierno G2G con Corea, proyecto offset con Ministerio de defensa Nacional o contrato de ciencia y tecnología.

12.Referencias

- Aerocivil. (2022). Obtenido de Aerocivil: <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/funciones>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (2019). Plan estratégico aeronáutico 2030. Bogotá.
- Antecedentes y recomendaciones generales. (n.d.). Www.icao.int. Retrieved March 13, 2023, from https://www.icao.int/safety/UA/UASToolkit/Pages/Narrative-Background_es.aspx
- Carlos Salazar Gómez -director, J. (2018). Una visión para el sector aeronáutico. <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/IIFORO2030/Documents/2.%20Presentaci%C3%B3n%20Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Aeron%C3%A1utico%202030.pdf>
- Daisy Lopez, N. (2018). <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/IIFORO2030/Documents/6.%20Fortalecimientoy%20UAS%20RPAS.pdf>
- FAA. (s.f.). www.faa.gov. Obtenido de <https://www.faa.gov/researchdevelopment/trafficmanagement/utm-concept-operations-version-20-utm-conops-v20>
- INRIX. (2022). Scorecard. Inrix. <https://inrix.com/scorecard/>
- "SESAR," 2019. [Online]. Disponible: <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/uspace/CORUS%20ConOps%20vol2.pdf>