



ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL REGIÓN SUDAMERICANA (SAM)

Concepto de Operaciones para la Gestión del tránsito de UAS (UTM)

Descargo de responsabilidad

Este documento es una versión sin editar del concepto operativo de gestión de sistemas de aeronaves no tripuladas y no ha sido aprobado en su forma final. Dado que su contenido aún puede ser complementado, eliminado o modificado durante el proceso de edición, los autores no se hacen responsables de ninguna manera por los costos incurridos como resultado de su uso.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Tabla de Contenido

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 1.1 | NECESIDAD DE UTM | 11 |
| 1.2 | EVOLUCIÓN DE UTM..... | 12 |
| 1.3 | ALCANCE DE CONOPS | 13 |
| 1.4 | PRINCIPIOS DE UTM | 14 |
| 1.5 | OBJETIVOS DE CONOPS..... | 14 |
| 2 | CONCEPTOS OPERACIONALES UTM | 15 |
| 2.1 | INFORMACIÓN GENERAL | 15 |
| 2.1.1 | <i>Sistema UTM.....</i> | <i>15</i> |
| 2.1.2 | <i>Compromiso de los Sectores Involucrados</i> | <i>16</i> |
| 2.1.3 | <i>Interconexión Entre los Involucrados.....</i> | <i>17</i> |
| 2.2 | COORDINACIONES CIVIL/MILITAR..... | 18 |
| 2.3 | BENEFICIOS DEL SISTEMA UTM | 18 |
| 2.3.1 | <i>Para Todas las Partes Interesadas.....</i> | <i>18</i> |
| 2.3.2 | <i>Para el Estado.....</i> | <i>19</i> |
| 2.3.3 | <i>Para la Industria</i> | <i>19</i> |
| 2.3.4 | <i>Para los Operadores UAS</i> | <i>20</i> |
| 2.3.5 | <i>Para otros Usuarios del Espacio Aéreo.....</i> | <i>20</i> |
| 2.3.6 | <i>Comunidad Civil.....</i> | <i>20</i> |
| 2.4 | ARQUITECTURA | 21 |
| 2.4.1 | <i>Participantes y Roles</i> | <i>21</i> |
| 2.4.2 | <i>Servicios e Infraestructura de Apoyo.....</i> | <i>23</i> |
| 2.5 | OPERACIONES | 26 |
| 2.5.1 | <i>Participación</i> | <i>26</i> |
| 2.5.2 | <i>Autorización de performance</i> | <i>28</i> |
| 2.5.3 | <i>Autorización del Espacio Aéreo</i> | <i>31</i> |
| 2.5.4 | <i>Planificación de la Operación.....</i> | <i>31</i> |
| 2.5.5 | <i>Información sobre Restricciones y Avisos</i> | <i>32</i> |
| 2.5.6 | <i>Separación.....</i> | <i>33</i> |
| 2.6 | FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES | 34 |
| 2.7 | IDENTIFICACIÓN REMOTA (RID)..... | 34 |
| 2.8 | GESTIÓN DEL ESPACIO AÉREO | 36 |
| 2.8.1 | <i>Seguridad Operacional (Safety).....</i> | <i>37</i> |
| 2.8.2 | <i>Seguridad (Security).....</i> | <i>43</i> |
| 2.8.3 | <i>Equidad</i> | <i>48</i> |
| 3 | ESCENARIOS OPERACIONALES | 50 |
| 3.1 | DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESCENARIO..... | 50 |
| 3.2 | RESUMEN DE ESCENARIOS | 50 |
| 3.2.1 | <i>Operaciones BVOS / VLOS, en Espacio Aéreo Controlado y no Controlado.....</i> | <i>51</i> |
| 3.2.2 | <i>Establecimiento de una Reserva de Volumen Prioritario (PVR) y sus Impactos Operacionales en el Entorno UTM.</i> | <i>52</i> |
| 3.2.3 | <i>Interacción Entre UA (BVLOS) y las Aeronaves Tripuladas que Operan en VLL.....</i> | <i>53</i> |

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.2.4 | <i>Interacción Entre los Operadores UAS y los Responsables de Zonas Restringidas</i> | 55 |
| 4 | IMPLEMENTACIÓN UTM | 56 |
| 4.1 | GENERALIDADES | 56 |
| 4.2 | TRANSICIÓN HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA UTM | 56 |
| 4.3 | INICIATIVAS LATINOAMERICANAS | 58 |
| 5 | BIBLIOGRAPHY | 63 |

Tablas

| | |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1 - ARQUITECTURA DEL SISTEMA UTM | 21 |
| ILUSTRACIÓN 2 - UTM EN EL CONTEXTO DE LAS OPERACIONES ATM..... | 27 |
| ILUSTRACIÓN 3 - NECESIDADES FUNDAMENTALES DE INTEGRACIÓN EN BASE DE DATOS UTM | 29 |
| ILUSTRACIÓN 4 - MÚLTIPLES ÁREAS DE OPERACIÓN AUTORIZADAS PARA UN OPERADOR DE UAS..... | 30 |
| ILUSTRACIÓN 5 - POLÍTICAS DE CIBERSEGURIDAD DE IDENTIDAD Y REDES APLICABLES A UTM | 44 |
| ILUSTRACIÓN 6 - SARPAS [13] | 59 |
| ILUSTRACIÓN 7 - SISANT [15]..... | 60 |
| ILUSTRACIÓN 8 - SOLICITUDES DE ACCESO AL ESPACIO AÉREO..... | 61 |
| ILUSTRACIÓN 9 - NUEVA ESTRUCTURA DEL SISTEMA SARPAS [16]..... | 61 |

Ilustraciones

| | |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1 - ARQUITECTURA DEL SISTEMA UTM | 21 |
| ILUSTRACIÓN 2 - UTM EN EL CONTEXTO DE LAS OPERACIONES ATM..... | 27 |
| ILUSTRACIÓN 3 - NECESIDADES FUNDAMENTALES DE INTEGRACIÓN EN BASE DE DATOS UTM | 29 |
| ILUSTRACIÓN 4 - MÚLTIPLES ÁREAS DE OPERACIÓN AUTORIZADAS PARA UN OPERADOR DE UAS..... | 30 |
| ILUSTRACIÓN 5 - POLÍTICAS DE CIBERSEGURIDAD DE IDENTIDAD Y REDES APLICABLES A UTM | 44 |
| ILUSTRACIÓN 6 - SARPAS [13] | 59 |
| ILUSTRACIÓN 7 - SISANT [15]..... | 60 |
| ILUSTRACIÓN 8 - SOLICITUDES DE ACCESO AL ESPACIO AÉREO..... | 61 |
| ILUSTRACIÓN 9 - NUEVA ESTRUCTURA DEL SISTEMA SARPAS [16]..... | 61 |

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Glosario

abreviaciones y acrónimos

| | |
|----------------|--|
| 4D | Cuatro Dimensiones |
| AAO | Área de Operación Autorizada |
| ADS-B | Vigilancia dependiente automática – radiodifusión |
| AGL | Sobre el nivel del terreno |
| ANAC | Agencia Nacional de Aviación Civil |
| ANSP | Proveedor de servicios de navegación aérea |
| API | Interfaz de programación de aplicaciones |
| APP | Aplicación |
| ASBU | Actualización de bloques del sistema de aviación |
| ATC | Control de tránsito aéreo |
| ATS | Servicio de tránsito aéreo |
| ASM | Gestión de espacio aéreo |
| ATM | Gestión de tránsito aéreo |
| BR-UTM | UTM brasileño |
| BVLOS | Más allá de la visibilidad directa visual |
| CA | Autoridad Certificada |
| CAA | Autoridad de Aviación Civil |
| CNS | Comunicaciones, navegación y vigilancia |
| CONOPS | Concepto de operaciones |
| CORUS | Concepto de operaciones para sistemas UTM europeos |
| C2 | Enlace de mando y control |
| DAA | Detectar y evitar |
| DECEA | Departamento de Control del Espacio Aéreo |
| ERP | Plan de Respuesta a Emergencias |
| FAA | Administración Federal de Aviación |
| FT | Pie |
| FUA | Uso flexible del espacio aéreo |
| GPS | Sistema de posicionamiento global |
| GRAIN | Red mundial resiliente de información sobre aviación |
| HITL | Humano en el bucle |
| IATF | Marco de confianza para la aviación internacional |
| IFR | Reglas de vuelo por instrumentos |
| KPI | Indicadores clave de desempeño |
| NFZ | Zona de exclusión aérea |
| NM | Milla marina |
| NOTAM | Aviso a los aviadores |
| OACI | Organización de Aviación Civil Internacional |
| PBA | Enfoque basado en el rendimiento |
| PIREP | Informes de los Pilotos de Aeronaves Tripuladas |
| PSNA | Proveedor de servicios de navegación aérea |
| PVR | Reserva de volumen prioritario |
| RA | Autoridad de Registro |
| RID | Identificación remota |
| RID USS | Proveedor de servicios de identificación remota |
| RPA | Aeronave pilotada a distancia |
| RPAS | Sistema(s) de aeronave(s) pilotada(s) a distancia |
| RPIC | Piloto remoto al mando |
| RPS | Estación(es) de pilotaje a distancia |
| SARPS | Normas y métodos recomendados |
| SARPAS | Solicitud de acceso al espacio aéreo para el uso de RPAS |

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

| | |
|---------------|---|
| SISANT | Sistema de aeronaves no tripuladas |
| SDSP | Proveedor de servicios de datos suplementarios |
| SMS | Sistema de gestión de seguridad |
| SORA | Evaluación de riesgos de operaciones específicas |
| SSR | Radar secundario de vigilancia |
| UA | Aeronave no tripulada |
| UAS | Sistema de aeronave no tripulada |
| UAS-ID | Identificación de UAS |
| UREP | Informes de aeronaves no tripuladas |
| USS | Proveedor de servicios UAS |
| UTM | Gestión del tránsito del sistema de aeronaves no tripuladas |
| UVR | Reserva de volumen de UAS |
| V2V | Vehículo a vehículo |
| VFR | Reglas de vuelo visual |
| VLOS | Visibilidad directa visual |
| VLL | Muy bajo nivel |
| VMC | Condiciones meteorológicas de vuelo visual |

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Definiciones

Nota. — Las definiciones contenidas en este documento se utilizan en el contexto de este documento. Excepto donde se indique, no tienen estatus oficial dentro de la OACI. Cuando se incluye una definición de la OACI formalmente reconocida por conveniencia, se indica con un asterisco (*). Cuando un término se usa de manera diferente a una definición de la OACI formalmente reconocida, se indica con el símbolo (**).

Aeronave * - Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de este contra la superficie de la tierra.

Aeronave no tripulada (UA) - Aeronave destinada a ser operada sin piloto a bordo.

Aeronave pilotada a distancia (RPA) * - Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

Área de Operación Autorizada - Área geográfica con límites definidos, dentro de la cual el operador de UAS debe cumplir con las capacidades de desempeño establecidas por la Autoridad Competente.

Autoridad Certificada (CA) - Autoridad responsable de la firma digital y divulgación de la clave pública vinculada a una determinada entidad, con miras al cumplimiento de las políticas de ciberseguridad de identidad aplicables a UTM.

Autoridad Competente - (i) En cuanto a los vuelos sobre alta mar: la autoridad apropiada del Estado de matrícula. (ii) En cuanto a los vuelos que no sean sobre alta mar: la autoridad apropiada del Estado que tenga soberanía sobre el territorio sobrevolado.

Autoridad de Registro (RA) - Autoridad responsable de verificar la identidad de las entidades que solicitan sus certificados para ser almacenados por la CA.

Comunicaciones por enlace de datos - Forma de comunicación destinada al intercambio de mensajes mediante enlace de datos.

Comunidad UTM - El conjunto de organismos, organismos o entidades que puedan participar, colaborar y cooperar en la planificación, desarrollo, uso, regulación, operación y mantenimiento del sistema UTM.

Detectar y evitar (DAA) * - Capacidad de ver, captar o detectar tránsito en conflicto u otros peligros y adoptar las medidas apropiadas para cumplir con las reglas de vuelo aplicables.

Enlace de mando y control (C2) *- Enlace de datos entre la aeronave pilotada a distancia y la estación de pilotaje a distancia para fines de dirigir el vuelo.

Estación de pilotaje a distancia (RPS) * - El componente del sistema de aeronave pilotada a distancia que contiene el equipo que se utiliza para pilotar una aeronave a distancia.

Gestión del tránsito aéreo (ATM) *- Gestión dinámica e integrada del tránsito y los espacios aéreos, incluidos

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

los servicios de tránsito aéreo, la gestión del espacio aéreo y la gestión de la afluencia del tránsito aéreo, de forma segura, económica y eficiente, mediante la provisión de instalaciones y servicios integrados en colaboración con todas las partes y que involucran funciones aéreas y terrestres.

Gestión del tránsito del sistema de aeronaves no tripuladas (UTM) - Gestión del tránsito aéreo que gestiona las operaciones de los UA de forma segura, económica y eficiente a través de la provisión de instalaciones y un conjunto uniforme de servicios en colaboración con todas las partes y que involucra funciones aéreas y terrestres.

Identificación remota (RID) - Es la capacidad de una UA en vuelo para proporcionar información de identificación y ubicación que puede ser recibida por otras partes.

Identificación de UA - Un elemento único de datos que se puede rastrear hasta una UA y su operador.

Más allá de la visibilidad directa visual (BVLOS) * - Operación en la que el piloto a distancia o el observador de UA no utiliza una referencia visual a la aeronave en la conducción del vuelo.

Nivel muy bajo (VLL) - Porción de espacio aéreo por debajo de la que normalmente usa VFR.

Normas y métodos recomendados (SARPS) - especificaciones técnicas adoptadas por el Consejo de la OACI de conformidad con el artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización relativos a las aeronaves, personal, aerovías y servicios auxiliares, en todas las cuestiones en que tal uniformidad facilite y mejore la navegación aérea.

NOTAM * - Aviso distribuido por telecomunicación que contenga información sobre el establecimiento, condición o cambio en cualquier instalación, servicio, procedimiento o peligro aeronáutico, cuyo conocimiento oportuno es esencial al personal que se ocupa de las operaciones de vuelo.

Observador RPA - Persona capacitada y competente, designada por el explotador, quien, mediante observación visual de la aeronave pilotada a distancia, ayuda al piloto a distancia en la realización segura del vuelo.

Operaciones UTM - Toda operación que utiliza servicios que deben ser calificados por la Autoridad Competente.

Operador * - Persona, organización o empresa que participa u ofrece participar en la operación de una aeronave.

Piloto a distancia * - Persona designada por el explotador para desempeñar funciones esenciales para la operación de una aeronave pilotada a distancia y para operar los controles de vuelo, según corresponda, durante el tiempo de vuelo.

Piloto remoto al mando (RPIC) * - Piloto a distancia designado por el explotador o por el propietario en el caso de la aviación general, para estar al mando y encargarse de la realización segura de un vuelo.

Proveedor de servicios de navegación aérea (PSNA) * - Es una organización que presta el servicio de gestionar

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

la aeronave en vuelo o en el área de maniobras de un aeródromo y que es el legítimo titular de esa responsabilidad.

Proveedor de servicios UAS (USS) - Entidad que ayuda a los operadores de UAS a cumplir con los requisitos operativos de UTM y permitir un uso seguro y eficiente del espacio aéreo.

Proveedor de servicios de datos suplementarios (SDSP) - Entidad responsable para la provisión de servicios esenciales o mejorados, incluidos datos tales como: (a) el terreno y los obstáculos, (b) meteorológicos especializados, (c) vigilancia, y (d) información sobre restricciones.

Red mundial resiliente de información sobre aviación (GRAIN) - Considerada la red de redes que interconectan a las partes interesadas de la aviación para todos los intercambios de información.

Reserva de volumen prioritario (PVR) - Procedimiento para establecer una porción del espacio aéreo, con el objetivo de apoyar operaciones terrestres y aéreas de emergencia (ambulancia aérea, búsqueda y rescate, catástrofe) y/o seguridad pública, generalmente de corta duración (en horas y no en días o semanas), con límites de espacio aéreo especificados, así como las horas de inicio y de finalización establecidas notificando a los operadores UTM de los bloques de espacio aéreo en los que ocurren estas actividades.

Nota: La definición de reserva de volumen prioritario (PVR) se basa en el concepto de reserva de volumen UAS (UVR) establecido por la FAA [1] y no implica que el volumen establecido sea de uso exclusivo de la aviación no tripulada.

Sistema de gestión del tránsito del sistema de aeronaves no tripuladas - Sistema que proporciona UTM a través de la integración colaborativa de humanos, información, tecnología, instalaciones y servicios, apoyado por comunicaciones, navegación y vigilancia aéreas, terrestres o espaciales.

Sistema de aeronaves no tripuladas (UAS) - Aeronave y sus elementos asociados que se operan sin piloto a bordo.

Sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) * - Aeronave pilotada a distancia, su estación o sus estaciones conexas de pilotaje a distancia, los enlaces requeridos de mando y control, y cualquier otro componente según lo especificado en el diseño de tipo.

Sistema de gestión del tránsito aéreo - Sistema que proporciona ATM a través de la integración colaborativa de seres humanos, información, tecnología, instalaciones y servicios, respaldado por comunicaciones, navegación y vigilancia aéreas y terrestres y/o espaciales.

Sistema de terminación de vuelo – Sistema que permite el proceso intencional de terminar el vuelo en forma controlada en caso de emergencia.

Nota: Los sistemas de terminación de vuelo se diseñan para minimizar la posibilidad de lesiones o daños a personas, bienes u otras aeronaves en tierra y en el aire.

Servicio de control de tránsito aéreo (ATC) *– Servicio prestado con el propósito de:

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

- a) prevención de colisiones:
- entre aeronaves, y
 - en el área de maniobras entre aeronaves y obstáculos; y
- b) acelerar y mantener un flujo ordenado del tránsito aéreo.

Servicio de tránsito aéreo (ATS) * - Término genérico que significa de diversas formas, servicio de información de vuelo, servicio de alerta, servicio de asesoramiento de tránsito aéreo, servicio de control de tránsito aéreo (servicio de control de área, servicio de control de aproximación o servicio de control de aeródromo).

Tránsito aéreo - Todas las aeronaves que se hallan en vuelo y las que circulan por el área de maniobras de un aeródromo.

Vigilancia dependiente automática — radiodifusión (ADS-B) * - Medio por el cual las aeronaves los vehículos de aeródromo y otros objetos pueden transmitir y/o recibir, en forma automática, datos como identificación, posición y datos adicionales, según corresponda, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos.

Visibilidad directa visual (VLOS) * - Operación en la cual el piloto a distancia u observador RPA mantiene contacto visual directo sin ayudas con la aeronave pilotada a distancia.

Volumen prioritario: porción del espacio aéreo, con el objetivo de apoyar operaciones terrestres y aéreas de emergencia (ambulancia aérea, búsqueda y rescate, catástrofe) y/o seguridad pública, generalmente de corta duración (en horas y no en días o semanas), con límites de espacio aéreo especificados, así como las horas de inicio y de finalización establecidas notificando a los operadores UTM de los bloques de espacio aéreo en los que ocurren estas actividades.

Zona restringida - Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

Zona de exclusión aérea (NFZ) - Territorio o área establecida sobre la cual no se permite el sobrevuelo.

1 Introducción

La aviación no tripulada ha evolucionado rápidamente y, en consecuencia, las capacidades de los llamados *drones* continúan en un proceso continuo de mejora, basado en la evolución tecnológica. El prometedor mercado de esta nueva era de la aviación ha mostrado un potencial diversificado, que puede aplicarse en inspecciones y monitoreo de infraestructura crítica, levantamiento y mapeo, filmación y fotografía, agricultura de precisión, búsqueda y salvamento, socorro en casos de desastre y seguridad pública, entre otros usos. Este acelerado desarrollo ha provocado una explosión en el uso de este tipo de aeronaves, ya sea con fines comerciales o recreativos.

Para explotar dicha tecnología en su plena capacidad, esta no puede limitarse a la operación en visibilidad directa visual (*Visual Line of Sight - VLOS*), siendo necesario establecer un mecanismo que permita el vuelo más allá de la visibilidad directa visual (*Beyond Visual Line Of Sight - BVLOS*). Adicionalmente, el sistema de la Gestión del Tránsito Aéreo (*Air Traffic Management - ATM*), tal y como fue concebido, no responde de forma rentable a las necesidades del sector. Como alternativa eficaz surge el concepto de gestión de tránsito de aeronaves no tripuladas (*Unmanned Aircraft System Traffic Management - UTM*).

Según la definición que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) adopta en el documento *Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM) – A Common Framework with Core Principles for Global Harmonization*, 3rd [2] el UTM se define como un subsistema ATM, cuyo objetivo es brindar la gestión segura, económica y eficiente de las operaciones del Sistema de Aeronaves no Tripuladas (*Unmanned Aircraft System - UAS*), mediante la provisión de instalaciones y un conjunto de servicios colaborativos entre todos los actores involucrados, comprendiendo las funciones en tierra. El sistema proporcionará un modelo de gestión a través de la integración colaborativa entre los seres humanos, la información, la tecnología, las instalaciones y los servicios apoyados por comunicaciones, navegación y vigilancia aéreas, terrestres y espaciales.

El ATM es un sistema con más de 75 años de historia, cuya función es administrar de manera segura y eficiente el espacio aéreo y la operación de las aeronaves, basado en los principios de diseño del espacio aéreo y sistemas cooperativos entre pilotos y controladores de tránsito aéreo, los cuales tienen roles y responsabilidades claramente definidos. El sector emergente de aeronaves no tripuladas ofrece muchas oportunidades, pero para integrarse perfectamente en el sistema actual, las aeronaves no tripuladas deberán coexistir con los sistemas de aviación actuales.

La inserción de nuevas entradas en este entorno tan bien regulado debe hacerse a través de evaluaciones de riesgo y propuestas de acciones de mitigación, garantizando la seguridad de otros usuarios del espacio aéreo, personas y propiedades en tierra. La privacidad, la seguridad, la confiabilidad y el medio ambiente también son factores de interés público y deben ser tomados en cuenta por las autoridades a la hora de implementar y operar el UTM.

Para la elaboración de este Concepto de operaciones (*Concept of Operations – CONOPS*) se tomaron en cuenta las experiencias de otros países, materializadas en documentos, principalmente el ya citado *Unmanned Aircraft*

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Systems Traffic Management (UTM) – A Common Framework with Core Principles for Global Harmonization, 3rd edition [2], *U-space Concept of Operations (CORUS)* [3] y *FAA Concept of Operations v2.0* [1]. Es importante resaltar que esta es una materia en constante evolución, y se espera que, al igual que otros países, el CONOPS sea considerado un documento vivo y en constante elaboración.

Aunque este documento no es prescriptivo, puede servir como base para que los Estados aborden, entre otras temáticas, cuestiones relacionadas con la interoperabilidad entre los sistemas UTM y ATM, la certificación UAS y la integración de las operaciones UAS en el entorno ATM.

1.1 Necesidad de UTM

La integración de UAS en espacios aéreos muy bajos (*Very Low Level - VLL*), un entorno en el que los procedimientos operativos se basan en la capacidad humana para mantener niveles de seguridad compatibles con la actividad aérea presenta una variedad de problemas y desafíos. El volumen de operaciones de UAS en este entorno puede estar en una escala comparable, si no mayor, que la del tránsito aéreo tripulado, lo que representa un reto importante para las autoridades en el proceso de gestión del espacio aéreo.

El entorno VLL se define como el espacio aéreo por debajo del que utilizan las aeronaves bajo las reglas de vuelo visual (*Visual Flight Rules - VFR*), según lo establecido en el capítulo 4, punto 4.6 del Anexo 2 [4] del Convenio de Chicago, que se transcribe a continuación:

“ Except when necessary for take-off or landing, or except by permission from the appropriate authority, a VFR flight shall not be flown:

a)...

b) elsewhere than as specified in 4.6 a), at a height less than 150 m (500 ft) above the ground or water.”

Sin embargo, para aumentar el nivel de seguridad de las aeronaves tripuladas, se estableció una zona de amortiguación de 100 ft entre las operaciones de UAS en el entorno UTM y las aeronaves que operan VFR por encima de 500 ft, limitando el entorno VLL a 400 ft. Aunque existen muchas razones por las que las aeronaves tripuladas pueden volar en el espacio aéreo VLL, esto no afecta su definición.

Actualmente, los Estados han autorizado, con base en el Art. 8 del Convenio de Chicago, operaciones de UAS, comerciales o recreativas, a través de la acomodación de la tecnología descrita. Acomodarse, según la OACI, significa restringir la operación a condiciones específicas (p.ej., VLOS, 400 ft, etc.) o a espacios aéreos con bajo riesgo (segregados, lejos de áreas densamente pobladas, etc.).

Por otra parte, algunos operadores han obtenido de las Autoridades de Aviación Civil autorización para operar BVLOS o por encima de 400 ft AGL, a través de una evaluación caso por caso. Empero este enfoque casuístico no permite explorar el mercado en todo su potencial, impidiendo las operaciones a una más amplia escala.

Dado el número, tipo y duración de las operaciones de UAS planificadas, la infraestructura del Sistema de gestión del tránsito aéreo existente y los recursos asociados no se pueden escalar económicamente para

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

proporcionar servicios al UAS. Además, la naturaleza de la mayoría de estas operaciones no requiere una interacción directa con el sistema ATM.

Para permitir la gestión segura de la afluencia rápida esperada de operaciones UAS en el espacio aéreo, se necesitan soluciones que vayan más allá de la infraestructura ATM actual y los recursos de personal de Control de Tránsito Aéreo (*Air Traffic Control* - ATC). Se necesitan soluciones que cambien el paradigma actual de operaciones de aeronaves tripuladas, mutando hacia uno que promueva la conciencia situacional compartida entre los operadores.

Por lo tanto, el sistema ATM, tal como se concibe, no satisface la demanda de la aviación no tripulada en su totalidad, requiriendo la creación de este nuevo modelo de gestión, cuya función principal es brindar un entorno cooperativo que permita el incremento de las operaciones de UAS, más específicamente BVLOS, en el espacio aéreo VLL.

1.2 Evolución de UTM

En Latinoamérica, como en el resto del mundo, durante los últimos siete años el sector de los UAS ha experimentado una vertiginosa evolución, pasando de las aplicaciones militares al desarrollo profesional y comercial del sector civil.

Día tras día se descubren numerosas aplicaciones para estas aeronaves en diferentes sectores económicos; la creatividad y la innovación han sido el motor permanente de esta industria que ha cobrado gran relevancia en campos como la agricultura, minería, seguridad y vigilancia, topografía, prevención de incendios, cine y televisión, energía, construcción, transporte, búsqueda y salvamento y recreación, entre muchos otros.

El sector de la aviación no tripulada tiene un enorme potencial de expansión, que apunta a un gran crecimiento a mediano plazo en la región, en el que el continuo avance tecnológico pone al servicio mejores aeronaves para hacer realidad las extraordinarias perspectivas de desarrollo de la industria mundial, configurando a los drones como herramientas fundamentales en los sectores de producción y servicios. Es así como cada día aparecen nuevas aplicaciones y usos, mostrando con su versatilidad y eficiencia, claras ventajas (económicas, ecológicas y de tiempo de ejecución) respecto a las soluciones tradicionales.

En Latinoamérica, las Autoridades Aeronáuticas de cada país han analizado el avance de esta nueva tecnología y su desarrollo, y han adoptado las disposiciones de la OACI y de otras Autoridades Aeronáuticas. Esas autoridades expidieron las primeras reglamentaciones para la operación de los UAS. Así, desde hace el año 2009 se conocieron los primeros requisitos generales de aeronavegabilidad y operaciones para UAS. Este fue el primer marco normativo para el control administrativo y operativo de los UAS y su acomodación segura al espacio aéreo.

El nuevo marco normativo indicaba el procedimiento administrativo para poder inscribir las empresas, personas, pilotos y equipos ante la Autoridad Aeronáutica, y posterior a esta inscripción y de recibir un documento que los autorizaba como operadores de UAS, podían iniciar su operación aérea profesional o comercial.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

La información para la inscripción como persona natural o jurídica consistía en enviar los documentos de la empresa o persona, el certificado del curso básico de piloto de UAS dictado por un centro de instrucción aeronáutico autorizado por la Autoridad Aeronáutica, la información técnica y operativa del UAS a utilizar, y el sistema de gestión de seguridad (*Safety Management System – SMS*) [5].

Posterior a estas primeras normas, se inició el proceso de actualización de la normatividad, con el objetivo de adaptar la regulación al avance tecnológico de estas aeronaves y a la demanda de la industria. Esto se logra creando canales de comunicación directos con la industria para escuchar sus demandas y participando activamente en los diferentes eventos relacionados con el sector de los UAS.

Estos canales, que consisten en el uso de herramientas tecnológicas (Internet y APP), que permiten a las empresas registrarse, solicitar una operación y su consecuente aprobación por parte de la Autoridad Aeronáutica, pueden ser consideradas la primera fase de implementación del sistema UTM en Latinoamérica.

1.3 Alcance de CONOPS

Este CONOPS se aplicará a las operaciones realizadas en el entorno VLL, hasta 400 pies sobre el nivel del suelo (*Above Ground Level - AGL*), en espacios aéreos controlados y no controlado, en operaciones VLOS y BVLOS.

Este CONOPS no pretende proponer ni respaldar ningún diseño de sistema UTM específico o soluciones técnicas para cumplir con el desafío UTM. Su principal objetivo es proporcionar un marco integral para dicho sistema. En consecuencia, la información aquí contenida propone un conjunto común de principios rectores y acciones facilitadoras.

Con respecto a las clases de espacio aéreo, las operaciones de aeronaves no tripuladas pueden tener lugar en espacio aéreo controlado, espacio aéreo no controlado o transitando entre ellos.

El espacio aéreo no controlado es la parte del espacio aéreo en la que no se proporciona el servicio de control de tránsito aéreo y, por lo tanto, se clasifica como espacio aéreo clase G. Como no existe prestación de servicio de control de tránsito aéreo, la gestión de las operaciones tripuladas se realiza de manera cooperativa y predominantemente por medios visuales, basados en principios y reglas de operación bien definidos (Reglas Aéreas) y aplicables a la Gestión de Tránsito Aéreo (ATM). Con el fin de garantizar la equidad de acceso al espacio aéreo, el UTM tiene como objetivo proporcionar un medio similar de gestión cooperativa del tránsito para aeronaves no tripuladas y otras aeronaves participantes en el espacio aéreo no controlado.

Las aeronaves no tripuladas que operan en un entorno UTM en espacio aéreo controlado estarán sujetas a una autorización y no se les proporcionará un servicio de control de tránsito aéreo.

Cualquier sistema UTM debe poder interactuar con el sistema de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) a corto plazo e integrarse con el sistema ATM a largo plazo. La introducción y gestión del tránsito no tripulado, así como el desarrollo de la infraestructura UTM asociada, no deberían afectar negativamente la seguridad o eficiencia del sistema ATM existente.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

En este sentido, un marco común facilitaría la armonización global entre los sistemas UTM y proporcionaría un enfoque paso a paso para la integración en el sistema ATM. Esto permitiría a la industria, incluidos los fabricantes, proveedores de servicios y usuarios finales, evolucionar de manera segura y eficiente sin interrumpir el sistema de aviación tripulada existente.

A los efectos de este material de orientación, en los plazos corto y mediano, el UTM se considerará un sistema separado pero interoperable con el entorno ATM, mientras que, a largo plazo, la integración y la convergencia potencial con el ATM se considera una solución realista.

1.4 Principios de UTM

El espacio aéreo controlado incluye espacios aéreos designados como clases A, B, C, D y E, y se caracteriza por la prestación del servicio de control de tránsito aéreo. Este servicio se basa en la interacción humana (*Human - In - The - Loop - HITL*), “piloto x controlador de tránsito aéreo”, característica fundamental del sistema ATM en estos entornos.

Por lo tanto, para operaciones seguras y eficientes, los sistemas UTM deben ser interoperables y consistentes con el entorno ATM. Si bien aún no se han desarrollado los requisitos, se pueden establecer algunos principios básicos para orientar su desarrollo. Adicionalmente, los principios actualmente utilizados en la estructura ATM existente siguen siendo válidos para los servicios prestados para el entorno UTM. Se propone, en relación con lo expresado, entonces, tener en cuenta los siguientes principios:

- a) La supervisión de los sistemas ya sea UTM o ATM, sigue siendo responsabilidad de la Autoridad Reguladora;
- b) Las reglas existentes para la priorización de aeronaves, como emergencias y apoyo a las operaciones de seguridad pública, deben seguir siendo aplicables en el sistema UTM y las prácticas exclusivas de ese entorno deben ser compatibles con dichos procedimientos;
- c) El acceso al espacio aéreo debe seguir siendo equitativo, siempre que cada aeronave sea capaz de cumplir con los requisitos del espacio aéreo en el que pretende operar; y
- d) El explotador de UAS debe estar adecuadamente calificado para realizar los procedimientos operacionales, normales y de contingencia, establecidos para el espacio aéreo en el que se pretende operar.

Para cumplir con sus responsabilidades de vigilancia y seguridad, las Autoridades Competentes deben tener acceso irrestricto y bajo demanda a los operadores de UAS a la posición, velocidad, trayectoria planificada y capacidad de desempeño de cada UA en el espacio aéreo, a través del sistema UTM.

1.5 Objetivos de CONOPS

El propósito de CONOPS es describir los elementos conceptuales asociados a las operaciones UAS en el espacio aéreo VLL, que servirán para orientar el desarrollo de soluciones entre los diversos actores involucrados en su implementación.

Además, el CONOPS busca establecer un enfoque de implementación gradual, a través de demostraciones de

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

campo y en un ambiente controlado, brindando la recolección de datos necesaria para la maduración del sistema. Sobre la base de esta premisa, el CONOPS se actualizará según sea necesario, cuyo objetivo es reflejar el progreso de la investigación y la maduración continua de conceptos resultantes de la colaboración entre todas las partes interesadas.

Es posible, y de hecho deseado, que características adicionales, aunque no se consideren esenciales para la seguridad de las operaciones, estén disponibles en el entorno UTM. Sin embargo, una vez implementados, estos servicios deben cumplir con los principios ya descritos.

Para describir los requisitos asociados con el desarrollo del sistema, se abordarán los siguientes elementos:

- a) Conceptos operacionales del sistema UTM, proporcionando los principios fundamentales en torno a los cuales se basa el sistema, así como una descripción de una arquitectura conceptual y la relación sistémica entre todos los interesados;
- b) Roles y responsabilidades de cada uno de los participantes en el entorno UTM; y
- c) Cronología de acciones inherentes a la realización de casos hipotéticos en el entorno UTM.

2 Conceptos Operacionales UTM

2.1 Información General

El camino hacia el UTM debería transcurrir paralelo a los lineamientos desarrollados a través del concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial (Doc. 9854) [7] de forma que converjan casi de forma imperceptible hacia la transición esperada. Aparecerán diferencias o incompatibilidades entre ambos conceptos, aceptando el UTM como un subsistema ATM, pero los hilos rectores deberían ser congruentes, facilitando su asimilación al identificar y reconocer los mismos instrumentos, herramientas y diseños hacia un producto final de calidad, que integre la flexibilidad, garantice la equidad, incentive la participación colectiva, intercambie información y datos confiables, permitan interconectividad para disponer de estos y elegir participativamente una operación más eficiente, conveniente, amistosa con el medio ambiente y rentable, sin apartarse de los más elevados estándares de seguridad operacional.

2.1.1 Sistema UTM

Enfocado como un subsistema ATM, el Sistema UTM tiene índole cooperativa, donde todos los participantes influyen de manera directa y abarca el aprovechamiento integral de todos sus componentes (tecnología, instalaciones, información, datos y comunicación, navegación y vigilancia), en el cual la participación humana desde el organismo regulador, el fiscalizador, el prestador de servicio, el fabricante, proveedores externos y el usuario mantengan una interconexión e interacción dinámica y fluida.

2.1.2 Compromiso de los Sectores Involucrados

2.1.2.1 Industria UAS

Los fabricantes y desarrolladores de UAS deben comprender el enfoque del UTM e identificar sus principios rectores con la finalidad de dirigir su atención en la incorporación de capacidades, sistemas de navegación, comunicación, identificación, con miras no solo al VLL, sino también pensando a futuro en una integración más allá de esta primera fase del CONOPS.

De ese modo permitirá una aproximación inicial a la plataforma ATM, sin perder de vista una integración no invasiva, pero compatible con sus requisitos y capacidades, y proporcionará alternativas sustentables orientadas hacia un beneficio común.

2.1.2.2 Organismos Reguladores

La estandarización Regional es necesaria imperiosamente en lo referente al marco regulatorio, clasificación y registro de UAS, certificaciones y habilitaciones, tanto de aeronaves no tripuladas como de sus pilotos a distancia, observadores y personal de apoyo, talleres certificados, gestión de riesgo, certificación de explotadores, requisitos DAA y enlace de mando y control (C2), permitiendo así homogenizar estos documentos (idealmente en forma digital), la adopción del uso de geo-barreras, mapeado y diseño de estructuras de espacios aéreos, identificación y fiscalización de zonas restringidas o prohibidas de operación, convenios con fuerzas o instituciones de seguridad para el control de documentación y operadores. Resumiendo, esa estandarización otorgaría un valor agregado al permitir un acceso equitativo, ordenado y transparente de operaciones UAS entre Estados vecinos y en una etapa subsiguiente a Nivel Regional, según evolucione el Sistema UTM.

2.1.2.3 Operadores

La industria aeronáutica tal como la conocemos tiene más de 75 años de evolución junto a las normas y métodos recomendados, los cuales han permitido su ordenamiento y desarrollo eficaz, fluido y seguro.

Los denominados drones aparecen gracias a los avances tecnológicos aceleradamente logrados en los años más reciente y sus aplicaciones parecen infinitas. Su fácil acceso trae consigo una comunidad de usuarios con escasa o ninguna orientación aeronáutica. El UTM debe administrar requisitos de formación e idoneidad que rompan esta brecha. El usuario debe involucrarse en forma consciente en el entorno donde pretende llevar a cabo sus operaciones, adquiriendo conciencia situacional, identificando peligros, mitigando riesgos, convirtiéndose en parte del Sistema, en todos sus componentes y de forma participativa.

2.1.2.4 Proveedores de Servicios USS

El Proveedor de Servicios USS es un elemento que permite a los operadores cumplir con los requisitos operativos del sistema UTM, proporcionando un uso seguro y eficiente del espacio aéreo. El USS es un elemento importante en la gestión de este sistema y debe realizar funciones como:

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

a) actuar como un puente de comunicación entre los usuarios del sistema UTM, con el fin de apoyar las habilidades de los operadores, en el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y operativos de las operaciones UAS;

b) proporcionar al operador información sobre las operaciones planificadas en y alrededor de un volumen de espacio aéreo, para que pueda verificar su capacidad para llevar a cabo la misión de manera segura y eficiente; y

c) archivar, en bases de datos históricas, información relacionada con las operaciones, con fines analíticos y regulatorios.

En general, estas funciones básicas permiten que una red USS proporcione una gestión cooperativa de operaciones a baja altitud sin la participación directa de las Autoridades. Los servicios prestados por el USS proporcionan a los operadores de UAS la capacidad de planificar operaciones, compartir intenciones de vuelo, resolver el conflicto estratégico y táctico, monitorear el cumplimiento de las operaciones, proporcionar identificación remota, solicitar autorización para el acceso al espacio aéreo, administrar el espacio aéreo de interés y considerar situaciones no nominales.

El USS puede proporcionar a los operadores de UAS los siguientes servicios:

a) descubrimiento: permite a los usuarios autorizados por el sistema descubrir USS activo, así como sus servicios disponibles en la red USS;

b) registro: proporciona a los operadores la capacidad de registrar datos relacionados con su(s) aeronave(s); y

c) seguridad de mensajes: proporciona protección de datos, así como la garantía de que se intercambian solo con usuarios autorizados.

Con el crecimiento del sector, surgirán otras necesidades, lo que provocará que la USS proporcione nuevos servicios.

Actualmente existen desarrollos de este tipo de aplicaciones, sin embargo, dependen de un usuario cooperativo quién voluntariamente inicia una comunicación haciendo una apertura de “intención de vuelo”, es decir, depende exclusivamente de la discrecionalidad del usuario para iniciar un enlace.

2.1.3 Interconexión Entre los Involucrados

Una plataforma de interconexión ágil, que permita intercambio de información en tiempo real, protegida de interferencias maliciosas, capaz de transmitir datos confiables, sustentable, continua, que permita distintos niveles de ingreso en función de credenciales de usuario, podría resultar en una inversión que los Estados de la Región deben evaluar en base a costo-beneficio. Sin embargo, no necesariamente estaría distante de proyectos similares en el marco ATM. Depende exclusivamente de la realidad de cada Estado y de sus proyectos o planes de inversión. El Sistema UTM recomendaría la disponibilidad de obtener tal plataforma o ampliar la existente.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

2.2 Coordinaciones Civil/Militar

El uso de UAS en tareas de reconocimiento y defensa toma auge a ritmo acelerado. Los Estados de la Región Latinoamericana han adoptado o están en vía de celebrar acuerdos entre estas Instituciones, el ANSP y la Autoridad Aeronáutica con el fin de definir procedimientos, considerando el tipo de misión u objetivo requerido en el empleo de UAS.

Se pueden identificar varios tipos de acciones:

- a) Defensa;
- b) Vigilancia;
- c) Adiestramiento o entrenamiento;
- d) Demostraciones; y
- e) Ejercicios de operaciones militares conjuntas.

En líneas generales es común el uso de Zonas Restringidas que forman parte de Publicación Nacional de Información Aeronáutica, salvo en misiones de defensa donde premia el procedimiento alcanzado en acuerdos.

2.3 Beneficios del Sistema UTM

La implementación del sistema UTM de manera armonizada en la Región Latinoamericana brindará una sinergia entre los Estados, facilitando la consecución de soluciones, hacia el establecimiento de estrategias de corto, mediano y largo plazo.

Este enfoque permitirá a los Estados promover, de manera armonizada, la escalabilidad de las operaciones seguras de UAS sin, sin embargo, disminuir la seguridad de otros usuarios del espacio aéreo, las personas y los bienes en tierra.

Por lo tanto, se están realizando esfuerzos para desarrollar procedimientos y requisitos operacionales para los sistemas de automatización ATM, con miras a identificar posibles conflictos en la integración de UAS. Estos conceptos, una vez validados, garantizarán la perfecta interoperabilidad entre los dos sistemas (ATM - UTM) y las partes estarán suficientemente preparadas para convivir, permitiendo que la aeronave se mueva, de forma transparente, entre estos dos entornos, de forma segura y de manera ordenada.

2.3.1 Para Todas las Partes Interesadas

El sistema UTM proporciona un enfoque innovador para satisfacer los requisitos operativos, aprovechando que sus necesidades en gran medida se ven aceleradas e incrementan el compromiso de optimizar la capacidad para proveer servicios, debido a la fuerza del mercado y los incentivos para satisfacer la demanda de los operadores, al mismo tiempo que facilita una infraestructura y una carga de mano de obra mucho más acotada (costo) para que implementen los Estados.

De esta manera, la implementación completa del sistema UTM traerá beneficios comunes a todas las partes interesadas, incluyendo:

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

a) Una estructura flexible y extensible que puede adaptarse y evolucionar a medida que cambia el espectro comercial mientras madura; y

b) Una estructura que permite a la Autoridad Competente mantener su autoridad sobre el espacio aéreo, al tiempo que permite a la industria administrar las operaciones en áreas autorizadas para vuelos UAS de baja altitud.

2.3.2 Para el Estado

a) Establece un enfoque integrado dentro del marco de seguridad que permite conjugar la mayoría de las operaciones de UAS (sin obstaculizar indebidamente la innovación);

b) Amplia gradualmente las regulaciones existentes para pequeñas operaciones de UAS, concentrándose inicialmente en aquellas operaciones de menor complejidad;

c) Desarrolla en colaboración armónica con la Región, orientación para permitir operaciones futuras de mayor complejidad;

d) Proporciona junto a un grupo asesor, experiencia en mitigación de riesgos a través de mecanismos de colaboración de las partes interesadas, tanto de la industria como del Estado. Para luego influir en avances de seguridad que involucren nuevas regulaciones y/o enmiendas a las existentes;

e) Alienta asistencia Regional adecuada para la recopilación y el análisis de datos, y una participación de los miembros de la industria, fortaleciendo el compromiso de la comunidad UAS en adoptar e implementar mejoras en materia de seguridad;

f) Madura sus regulaciones con base en lecciones aprendidas;

g) Integra participativamente el desarrollo de nuevas tecnologías UAS en un ambiente de cooperación entre el Estado y la industria para lograr soluciones viables que permitan situaciones como:

i. operaciones UAS de rutina en el espacio aéreo VLL;

ii. coordinación y priorización de soluciones técnicas, de procedimiento, reglamentarias y políticas necesarias para ofrecer el aumento de capacidades;

iii. desarrollo de un plan que asista a la comunidad interesada ante situaciones novedosas o sin antecedentes en el momento que lo requiera; y

iv. la resolución de conflictos entre distintos tipos de operaciones.

h) Aborda nuevos desafíos enfrentados, desarrollando recomendaciones para los requisitos y la política de UAS, en respuesta a cuestiones planteadas, tales como:

i. riesgos inesperados para la seguridad pública y la seguridad nacional causados por la amplitud de las operaciones de UA;

ii. desarrollo de un sistema robusto e inmune a ataques cibernéticos, que permita la confiabilidad de la información compartida; y

iii. desarrollo de un marco regulatorio que aborde el derecho a la privacidad, responsabilidad y transparencia para el uso comercial y privado de los UAS.

2.3.3 Para la Industria

Permite que La industria, a través de la cooperación con las autoridades reguladoras, juega un papel fundamental

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

en el proceso de identificación de las necesidades operativas de los UAS, desarrollando soluciones tecnológicas que permitan la escalabilidad de las operaciones de esta nueva tecnología, en operaciones a alturas muy bajas, en tal manera segura y eficiente.

2.3.4 Para los Operadores UAS

Uno de los principales objetivos del sistema UTM es crear un entorno empresarial que permita la escalabilidad de las operaciones UAS, siempre que se explore el mercado en su totalidad, sin reducir la seguridad de otros usuarios del espacio aéreo, personas y bienes en superficie. El UTM permitirá que muchas empresas operen, innoven, compitan y brinden servicios de manera rentable.

Además de proporcionar la gestión de operaciones complejas a muy bajas alturas, el sistema UTM contribuye a obtener la aceptación pública, a través del equilibrio entre la presión comercial que ejerce el crecimiento de estas actividades y temas como:

- a) preservación de la naturaleza;
- b) la salud y la privacidad de las personas; y
- c) seguridad.

2.3.5 Para otros Usuarios del Espacio Aéreo

El espacio aéreo a alturas muy bajas puede ser utilizado por otras clases de usuarios del espacio aéreo, tales como:

- a) aeronaves militares;
- b) aeronaves de ala giratoria;
- c) globos;
- d) ala delta; y
- e) paracaidistas.

Por lo tanto, el Sistema UTM permite una interacción segura entre todos estos usuarios, asegurando una mayor conciencia situacional de todos los que prosperan e interactúan con ese sistema.

2.3.6 Comunidad Civil

Sin la concepción del Sistema UTM, las operaciones de UAS relacionadas con la ayuda humanitaria y la respuesta de emergencia requieren una planificación previa y una coordinación cuidadosa, y no es posible emplear estas capacidades en situaciones inesperadas para ayudar a las víctimas de desastres naturales o provocados por el hombre. Las misiones humanitarias como resultado de un evento catastrófico (p.ej., un desastre natural que causa una gran urgencia) requieren una aprobación rápida para operar y un proceso prolongado de presentación y revisión de la Autoridad de Aviación Civil sería inapropiado e incluso ineficaz.

Con la implementación del Sistema UTM, el operador, en posesión de una autorización de actuación, podrá solicitar, a través de su USS, la creación de volúmenes prioritarios, los cuales serán difundidos por la red USS

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

al instante, garantizando que las operaciones sean conocidas por otros usuarios que participan en este entorno colaborativo. De esta forma, la sociedad civil tendrá a su disposición una gama de servicios, cuyo principal objetivo es salvaguardar la vida humana.

2.4 Arquitectura

Dentro del entorno UTM, la Autoridad Competente mantiene su autoridad reguladora y operativa dentro del espacio aéreo y sobre operaciones de aeronaves tripuladas y no tripuladas, sin embargo, las operaciones no son gestionadas por el ATC. Están organizadas, coordinadas y gestionadas por un conjunto de actores autorizados en una red distribuida de sistemas altamente automatizados a través de Interfaz de Programación de Aplicaciones (API).

La ilustración 1 muestra una arquitectura UTM teórica que identifica visualmente, a alto nivel, los diversos actores y componentes, sus relaciones contextuales, así como las funciones de alto nivel y los flujos de información.

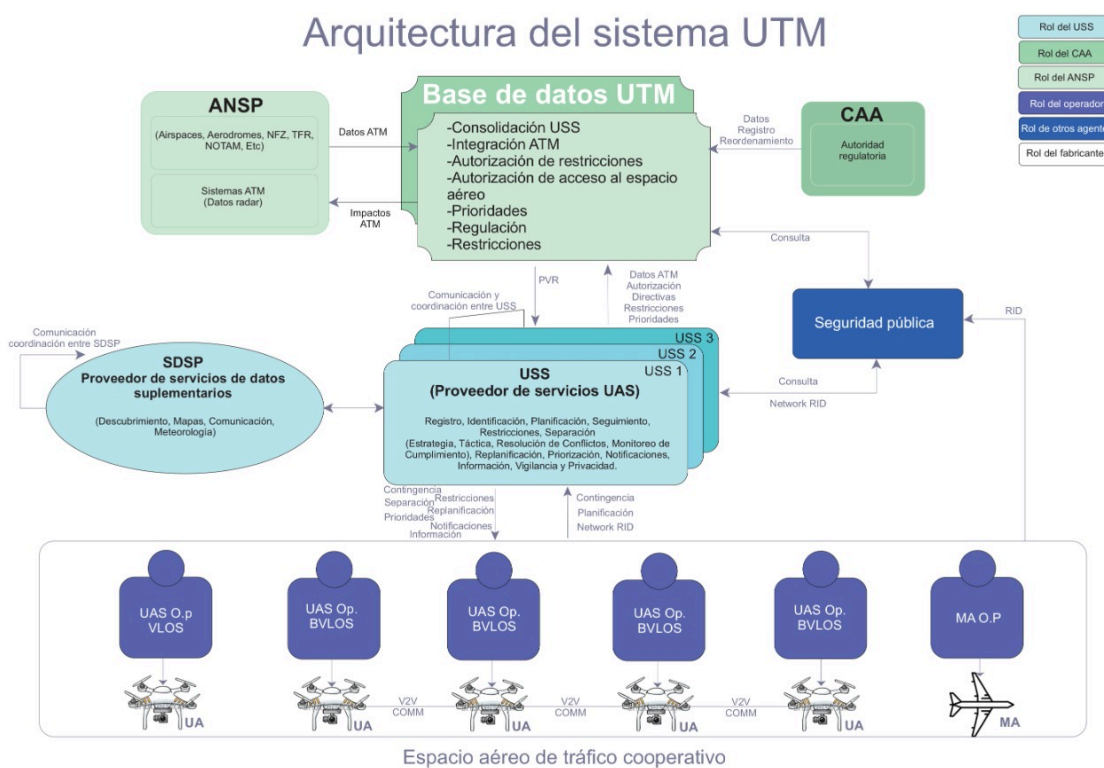


Ilustración 1 - Arquitectura del Sistema UTM

Como se muestra, el sistema UTM comprende una sofisticada relación entre la Autoridad, el Operador y las diversas entidades que prestan servicios y/o demuestran una demanda de servicios dentro del entorno UTM. La ilustración destaca un modelo que aprovecha en gran medida la utilización de entidades de terceros para apoyar a la Autoridad y al Operador en sus respectivas funciones y responsabilidades. Las secciones 2.4.1 y 2.4.2 describen los elementos de esta arquitectura teórica.

2.4.1 Participantes y Roles

El entorno UTM se considera un ecosistema cooperativo y digitalizado, en el que se espera que todos los actores

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

interactúen entre sí a través de una red robusta y confiable para el intercambio de información/datos, y cuyo principal objetivo es proporcionar una alta conciencia situacional a todos los involucrados. Además, se espera que la Autoridad Competente, cuando lo considere necesario, interactúe con el sistema UTM, con miras a la supervisión regulatoria, asegurando que los usuarios del espacio aéreo tengan acceso a los recursos necesarios para la seguridad de las operaciones, en este entorno complejo.

2.4.1.1 Autoridad de Aviación Civil (CAA)

En el contexto del sistema UTM, la Autoridad de Aviación Civil será responsable de:

- a) proporcionar un marco normativo y regulatorio para la operación eficiente, ordenada y segura de UAS;
- b) registrar, habilitar, inspeccionar y auditar, tanto los pilotos a distancia como los UAS, talleres certificados y centros de instrucción;
- c) otorgar certificados de competencia, documentación de registro, habilitaciones y limitaciones a aeronaves no tripuladas, pilotos y sistemas de aeronaves no tripuladas;
- d) definir alcance y excepciones;
- e) determinar los requisitos a cumplir por los prestadores de servicios (USS y SDSP), en conformidad con la base normativa, las habilitaciones operativas, seguridad en transmisión de datos, fidelidad de la información, requisitos de enlace, integración CNS, información meteorológica, densidad, capacidad, etc.;
- f) auditar y certificar los procesos del ANSP en el sistema UTM; y
- g) validar procesos de integración ATM - UTM.

2.4.1.2 Proveedores de Servicios de Navegación Aérea (ANSP)

- a) proporcionar a los USS y SDSP los requisitos operativos a cumplirse dentro del espacio aéreo donde este ejerce su gestión (ASM), tales como: restricciones al espacio aéreo, zona de exclusión aérea (NFZ), espacio aéreo de actividad especial, capas o techos operativos, geo-barreras, tipo y calidad de datos a proporcionar, información adicional de relevancia, canales de comunicación, etc.
- b) establecer procesos y canales para gestión de espacios aéreos en operaciones UAS más allá del entorno UTM;
- c) diseñar estructuras de espacios aéreos adaptadas a las necesidades operativas del sector;
- d) aprovechar las capacidades CNS para intercambio eficaz y seguro de datos relevantes;
- e) Gestionar la integración entre sistemas ATM y UTM; y
- f) participar junto al Estado en programas de concientización, campañas informativas, participación social, en aspectos de seguridad, calidad, gestión y transparencia.

2.4.1.3 Operador

El operador es la persona o entidad responsable de la gestión global de su operación. Su rol es cumplir con las responsabilidades reglamentarias y operativas, planificar sus operaciones, compartir la información sobre la intención de vuelo y desarrollar las operaciones de forma consciente y segura utilizando toda la información

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

disponible. El uso del término "operador" en este documento incluye a los usuarios del espacio aéreo que decidan participar en el entorno UTM, incluidos los operadores de aeronaves tripuladas, excepto cuando se haga referencia específica a uno u otro por separado.

2.4.1.4 Piloto Remoto al Mando (RPIC)

El piloto remoto al mando (RPIC) es la persona responsable de la conducción segura de cada vuelo UAS. Una persona puede actuar como operador y como RPIC. El RPIC se adhiere a las normas operativas del espacio aéreo en el que vuela la aeronave no tripulada; evita otras aeronaves, el terreno y los obstáculos, evalúa y respeta las limitaciones del espacio aéreo y las restricciones de vuelo; evita las condiciones meteorológicas y entornos incompatibles; y, igualmente, supervisa el rendimiento del vuelo y la ubicación de la aeronave. Si la seguridad del vuelo se ve comprometida, debido a la degradación del sistema/equipo o a las vulnerabilidades del entorno, el RPIC estará consciente de estos factores y podrá intervenir adecuadamente. Más de un RPIC puede tomar el control de la aeronave durante el vuelo, siempre que una persona sea responsable de la operación en un momento dado e identificado.

2.4.1.5 Otras Partes Interesadas - Seguridad Pública y Público en General

Otras partes interesadas también pueden acceder a la información y/o utilizar los servicios UTM a través de la Red USS. Las partes interesadas incluyen entidades de seguridad pública y el público en general. Las entidades de seguridad pública, cuando están autorizadas, pueden acceder a los datos de las operaciones de UTM como medio para garantizar la seguridad del espacio aéreo y de las personas y bienes en tierra, la seguridad de los aeropuertos y las infraestructuras críticas, y la privacidad del público en general. Los datos pueden estar disponibles a través de portales específicos o pueden ser enviados directamente, bajo demanda, a las entidades de seguridad pública. El público en general puede acceder a aquellos datos de dominio público.

2.4.2 Servicios e Infraestructura de Apoyo

Los servicios UTM son modulares y discretos, lo que permite una mayor flexibilidad en el diseño y la implementación de nuevos servicios. Este enfoque modular permite a la Autoridad proporcionar una supervisión personalizada de los servicios para lograr un equilibrio entre la supervisión estatal y el estímulo de innovación de la industria.

En el nivel más básico, los servicios pueden caracterizarse de una de las siguientes maneras:

- a) servicios que deben ser utilizados por los operadores debido a la normativa de la Autoridad Competente y/o que tienen una conexión directa con sus sistemas. Estos servicios deben ser calificados por la Autoridad Competente según un conjunto específico de normas de operación;
- b) servicios que pueden ser utilizados por un Operador para cumplir total o parcialmente una normativa o requisito operativo. Estos servicios deben actuar en conformidad a políticas específicas y deben ser aprobados individualmente por la Autoridad de competencia; y
- c) servicios que proporcionan asistencia adicional a un Operador, pero que no se utilizan para el

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

cumplimiento de la normativa reglamentaria u operativa. Estos servicios pueden cumplir estándares de la industria, pero no serán necesariamente calificados por la Autoridad. El formato de estos servicios adicionales debe cumplir una estructura estandarizada para lograr uniformidad en su presentación por todos y cada uno de los proveedores.

2.4.2.1 Proveedor de Servicios UAS (USS)

Un USS es una entidad que ayuda a los operadores de UAS a cumplir con los requisitos operativos del sistema UTM que permiten el uso seguro y eficiente del espacio aéreo de conformidad con el marco regulatorio.

El USS es un eslabón importante en la gestión de este sistema y debe realizar funciones como:

- a) actuar como puente de comunicación entre los actores asociados del sistema UTM para apoyar la capacidad de los operadores de cumplir con los requisitos reglamentarios y operativos para las operaciones de los UAS;
- b) proporcionar información sobre las operaciones planificadas en un volumen de espacio aéreo y sus alrededores permitiendo a los operadores evaluar la capacidad y disponibilidad para llevar a cabo una misión de forma segura y eficiente; y
- c) archivar los datos de las operaciones en bases de datos históricos con fines analíticos, estadísticos, evaluación de responsabilidad u otros propósitos de intereses propios de usuarios, empresas o fabricantes.

En general, estas funciones claves permiten que una red de USS proporcione una gestión cooperativa de las operaciones a baja altura sin la participación directa de la Autoridad. Pero, pueden estar disponible para esta última con fines de investigación.

Los servicios de los USS apoyan la planificación de las operaciones, el intercambio de intenciones, la resolución estratégica y táctica de conflictos, supervisión conforme a las normas, identificación remota (RID), autorización del espacio aéreo, funciones de gestión del espacio aéreo y gestión de situaciones fuera de lo normal. Igualmente, esos servicios intercambian información entre sí a través de la Internet u otra plataforma compatible y certificada para permitir los servicios UTM (p.ej., el intercambio de información de intenciones de vuelo, la notificación de cambios en el espacio aéreo, entre otros).

Los USS pueden proporcionar a los operadores de UAS los siguientes servicios:

- a) servicios que permitan a los interesados autorizados en el entorno UTM descubrir los USS activos y sus servicios disponibles dentro de la red de USS;
- b) servicios que permiten a los propietarios registrar datos relacionados con sus UAS;
- c) servicios para el registro de USS; y
- d) autenticidad de mensajes, garantizando que los datos estén protegidos y se intercambien únicamente con los usuarios autorizados.

Los USS también pueden proporcionar otros servicios adicionales para apoyar a los participantes en el entorno UTM, mientras la fuerza del mercado genere oportunidades para satisfacer las necesidades de las empresas.

2.4.2.2 Red USS

El término "Red USS" es la amalgama de USS conectados entre sí, que intercambian información en nombre de los operadores suscritos. La Red USS comparte datos de intención operativa, información sobre restricciones del espacio aéreo y otros detalles relevantes a través de la red para asegurar un conocimiento compartido de la situación para participantes del sistema UTM. En la estructura UTM, varios USS pueden operar en la misma zona geográfica.

La Red USS debe implementar un modelo compartido, con métodos acordados por la industria para la resolución de conflictos y/o negociación, y las normas para la transmisión eficiente y eficaz de la intención y los cambios de intención. Esto reduce el riesgo para los operadores y mejora la capacidad y eficiencia general en el espacio compartido.

También se espera que la Red USS facilite la disponibilidad de datos a la Autoridad y a otras entidades según sea necesario para garantizar la operativa segura en el espacio aéreo, y cualquier otra función de intercambio de información colectiva, incluyendo la seguridad e identificación.

2.4.2.3 Proveedores de Servicios de Datos Suplementarios (SDSP)

Los operadores y los UAS pueden acceder a los Proveedores de Servicios de Datos Suplementarios (SDSP) para obtener servicios esenciales o mejorados, incluidos datos sobre el terreno y los obstáculos, los datos meteorológicos especializados, la vigilancia y la información sobre restricciones. Los SDSP pueden conectarse a la Red USS o directamente a los Operadores a través de otros medios (p.ej., sitios de Internet públicos/privados).

2.4.2.4 Base de Datos UTM

La base de datos UTM tiene la función de establecer una interfaz entre los usuarios del sistema UTM y los distintos organismos gubernamentales, con el objetivo de compartir los datos necesarios para la seguridad de las operaciones. A través de la base de datos UTM, las autoridades comparten datos de restricción del espacio aéreo, así como interactúan con el sistema UTM, accediendo, a pedido, a información relacionada con el estado de las operaciones. La base de datos UTM también proporciona un medio para que organismos públicos o privados y a través de una política de acceso establecida por la Autoridad Competente, consulten y/o reciban datos, con el objetivo de realizar investigaciones relacionadas con incidentes y/o accidentes, así como auditorías de cumplimiento.

2.4.2.5 Fuentes de Datos del Sistema en el Espacio Aéreo

Los datos del espacio aéreo proporcionados por la Autoridad Competente están conectadas al entorno UTM a través de una base de datos UTM. Esto permite el flujo de datos esenciales y discretos entre la comunidad UTM. Además, el acceso a los datos compartidos está permitido únicamente a los usuarios autorizados. La interfaz de la base de datos entre la Autoridad y las partes interesadas del sistema UTM externas a ella actúa de manera que las entidades no tengan acceso directo a los sistemas y a las bases de datos de la Autoridad. Esa base de datos

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

es de acceso restringido, es decir, solo puede manipularse bajo licencia del propietario, siendo permeable aquellos datos puestos voluntariamente a disposición para alimentar las necesidades del sistema UTM.

Las fuentes de datos que pueden conectarse a la base de datos UTM con fines de intercambio de información, incluyen registros de los UAS, autorizaciones del espacio aéreo, exenciones operativas y restricciones.

2.5 Operaciones

Una de las principales premisas del sistema UTM es que los usuarios cooperan y operan de acuerdo con reglas y procedimientos operativos compatibles con sus operaciones. Los diversos servicios que se brindan en este ecosistema tienen como finalidad principal permitir que las operaciones, mediante el intercambio de información y el conocimiento compartido de la situación, se desarrollen de manera segura y de acuerdo con los niveles de seguridad establecidos para la aviación tripulada.

El sistema UTM apoya la gestión y la conducción segura de las operaciones a través de:

- a) emisión de autorizaciones de operación acorde a los requisitos operativos del espacio aéreo pretendido;
- b) emisión de categorías de permiso de vuelo, según se trate de espacio aéreo controlado y no controlado;
- c) facilidad para la planificación de las operaciones (fase estratégica), en base a datos de intenciones de vuelo puestas a disposición de los usuarios;
- d) aviso y difusión de información sobre restricciones del espacio aéreo, identificando los volúmenes prioritarios (PVR) activos;
- e) información versátil ante reestructuraciones imprevistas de los volúmenes prioritarios establecidas bajo condiciones especiales o circunstanciales que surjan de eventos no previsibles (p.ej., intervención de fuerzas públicas o respuesta de emergencias); y
- f) capacidad de resolución de conflictos.

2.5.1 Participación

Un sistema UTM sólido, garantiza interacción equitativa, segura y eficaz en todo momento, provee de datos, información, mapas, límites operativos, calidad y disponibilidad de volúmenes prioritarios que permiten a los operadores autogestionar sus necesidades de vuelo, ayudándolos a identificar su entorno, tomando en un sentido amplio conciencia situacional que le permita, detectar y evadir otros UAS y aeronaves tripuladas, entendiendo que esta es una responsabilidad ineludible y primaria durante la fase táctica del operador.

Por lo tanto, todos los operadores de UAS que no reciben servicios de separación ATC deben participar en el sistema UTM en algún nivel, utilizando los servicios aplicables con miras a cumplir los requisitos de desempeño de sus operaciones. La cantidad y el tipo de servicios requeridos varía según el tipo y la ubicación de la operación prevista y las comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) asociadas y otras necesidades operativas.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

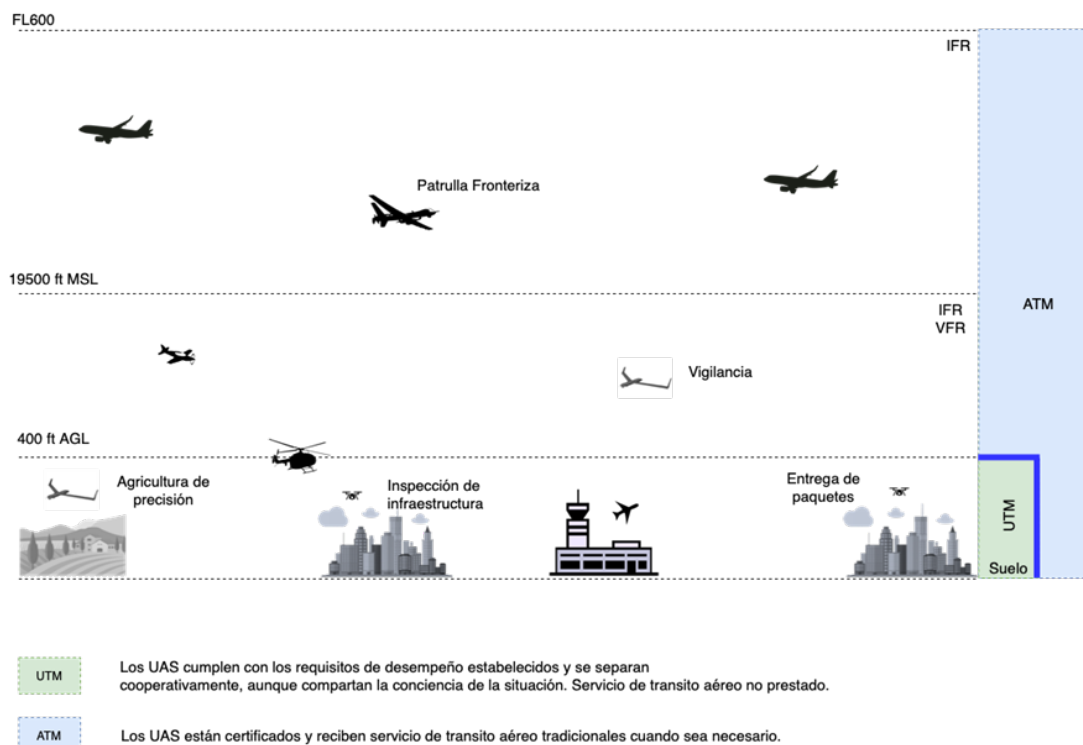


Ilustración 2 - UTM en el contexto de las operaciones ATM.

2.5.1.1 Operadores UAS en BVLOS

Hasta el presente, la mayoría de las operaciones BVLOS presentan desventajas para identificar y proporcionar separación visual propia de otros UAS y de aeronaves tripuladas. Se espera que los fabricantes y desarrolladores de servicios UAS adopten herramientas compatibles con capacidades propias de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS), compatibles en gran medida con las adoptadas en el tratamiento del entorno ATM. Sin embargo, este documento hace referencia a operaciones a muy bajo nivel (VLL), por tanto, un enfoque fuera de este bloque debe pensarse exclusivamente en un entorno ATM, requiere de una gestión conforme a tales principios, implicando una reserva o segregación del espacio aéreo y su respectiva publicación NOTAM. En una primera etapa, el Sistema UTM solo puede ofrecer información sobre el canal y la forma de solicitar autorización para ese tipo de operación.

Como tal, los operadores de BVLOS deben utilizar los servicios UTM para habilitar sus operaciones, incluidos, entre otros:

- datos de registro de la UA;
- transmisión de identificación remota (RID);
- volúmenes prioritarios;
- identificación de otros operadores UAS involucrados en cada volumen prioritario establecido;
- solución de conflictos estratégicos a través del intercambio de la intención de vuelo y negociación;
- monitoreo de vuelos y su conformidad a lo planificado;
- notificaciones/alertas de conflictos en vuelo;
- alternativas de redireccionamiento en vuelo;

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

- i) meteorología; y
- j) navegación y vigilancia.

2.5.1.2 Operadores UAS en VLOS

Al contrario de la operación BVLOS, los vuelos VLOS permiten al operador de UAS gestionar los conflictos mediante el uso de la visión. Dado que el intercambio de datos entre los participantes del sistema UTM no es un factor determinante para la seguridad de las operaciones de VLOS, el uso de los servicios UTM estará directamente relacionado con el cumplimiento de los requisitos y la legislación vigente. Los operadores recreativos o no recreativos que realizan vuelos VLOS, deben cumplir con los requisitos relacionados con el registro de aeronaves, identificación remota y la obtención de autorización de espacio aéreo para vuelos en espacio aéreo controlado. Los operadores cumplen estos requisitos mediante el uso de los servicios prestados por la autoridad competente, o mediante un USS calificado para brindar dichos servicios.

2.5.1.3 Operadores de Aeronaves Tripuladas

Los operadores de aeronaves tripuladas no están obligados a participar en el UTM, pero pueden ser animados a hacerlo voluntariamente. Así, reciben los beneficios de seguridad que se obtienen del conocimiento compartido entre los usuarios del espacio aéreo. Los operadores de aeronaves tripuladas tienen acceso a la información relativa a la realización de operaciones UTM y pueden participar voluntariamente en diferentes niveles:

a) **Participación Pasiva** - Los operadores de aeronaves tripuladas utilizan la información de la Red USS (intención de vuelo de los operadores de UAS) para obtener un conocimiento de la situación de las operaciones cercanas y planificar sus actividades, pero no ponen a disposición de los operadores de UAS su información de intención de vuelo; y

b) **Participación Activa** - Los operadores de aeronaves tripuladas ponen su intención de vuelo a disposición de otros participantes en el entorno UTM a través de la red USS, fomentando el conocimiento de la situación de otros participantes con operaciones activas cercanas a las suyas.

Además, los operadores de aeronaves tripuladas podrán participar activamente en el sistema UTM, sin necesidad de conectarse a la red USS, simplemente equipando sus aeronaves con características que las hagan detectables por otros usuarios del espacio aéreo, tales como:

- a) ADS-B; y
- b) identificación remota.

2.5.2 Autorización de performance

2.5.2.1 Fundamentos

La aparición de aeronaves no tripuladas nos ha volcado hacia un enfoque en la gestión del espacio aéreo diferente a como lo veníamos haciendo desde hace 75 años. Las reglas de vuelo, las técnicas de separación, los requisitos de comunicación, navegación, performance y vigilancia, en conjunto, hacen de un sistema de gestión del tránsito

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

aéreo tripulado robusto y seguro. Hoy, estos conocimientos y procesos, aunque son un punto de partida, no permiten la integración completa de las operaciones de UAS.

El éxito de las operaciones en un entorno UTM dependerá de una correcta identificación inicial de las necesidades de tres partes fundamentales, como se muestra en la ilustración 3: los usuarios u operadores UAS, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea (ANSP) y la Autoridad de Aviación Civil (CAA) o regulador. El producto que responda a esas necesidades se convertirá en una “Autorización de Performance”, la cual no puede ser gestionada de forma tradicional ni a través de los canales que hasta la actualidad utilizamos para conducir las operaciones de aeronaves tripuladas. Se vuelve indispensable la incorporación de nuevos integrantes para gestionar eficazmente este producto, utilizando nuevas plataformas de comunicación, identificación e intercambio de datos. Surgen, entonces, terceros afines para concentrar reglas, procesos, información esencial, requisitos, limitaciones o restricciones y ofrecerla a disposición del sistema UTM. Estos son los proveedores USS y SDSP. El paso siguiente es integrar en forma no invasiva los sistemas ATM y UTM hasta donde lo permita su compatibilidad, aprovechando los beneficios de la gestión CNS. Los proveedores de servicio USS deberán tener en cuenta la variabilidad, manteniendo la seguridad y la equidad en el espacio aéreo.

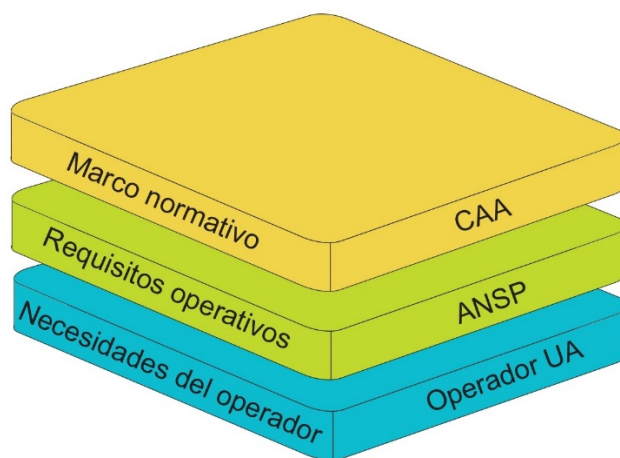


Ilustración 3 - Necesidades fundamentales de integración en base de datos UTM

En el sistema UTM, el ANSP, CAA y USS son solidariamente responsables de garantizar la interoperabilidad de los actores del sistema. La interoperabilidad en el sistema UTM se centra en cómo se intercambian los datos y cómo se interpretan. Un entendimiento común de los requisitos del CNS entre los actores es fundamental para la seguridad operacional. Dependiendo del riesgo global de la operación subyacente, se pueden requerir al solicitante datos adicionales que lo respalden.

2.5.2.2 Obtención de Una Autorización de Performance

El concepto de autorización de performance proporciona criterios operativos, con miras a evaluar tecnologías diferentes y emergentes, orientadas a la evolución de las operaciones. Una vez establecidos y aceptados los criterios, se puede evaluar la operación, incluyendo su desempeño técnico y humano, en relación con estos parámetros operativos, y, incluso, se puede evaluar su factibilidad.

Las operaciones en el entorno UTM adoptarán un enfoque similar, requiriendo la emisión de autorizaciones de

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

performance relacionadas con comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS). Las operaciones UAS presentan una amplia gama de actuaciones CNS considerando los muchos tipos de aeronaves y las operaciones previstas. La expectativa es que esta variación sea gestionada por la USS, mediante la prestación de servicios diferenciados. El USS deberá tener en cuenta las diferentes actuaciones CNS, asegurando un acceso equitativo al espacio aéreo, sin, reducir la seguridad de otros usuarios, personas y propiedades en tierra.

Los operadores deben obtener una autorización de performance de la Autoridad Competente antes de realizar una clase o tipo de operación en el entorno UTM. La autorización de performance se otorgará al explotador que acredite ante la Autoridad que es capaz de cumplir con los requisitos establecidos para el espacio aéreo previsto. Las autorizaciones de performance están diseñadas para brindar credibilidad, estabilidad, uniformidad y responsabilidad a los operadores que participan en el entorno UTM.

Cada solicitud de autorización de performance debe demostrar la conformidad del sistema en su globalidad, incluidos los medios aéreos y terrestres, los proveedores de servicios USS/SDSP, el personal, la idoneidad, los procedimientos y las capacidades asociadas con los requisitos de performance aplicables, así como también la capacidad del sistema para mantener la aeronave dentro de un volumen de operación específico, alertar desviaciones o condiciones adversas y resolución de conflictos.

La suma de autorizaciones de performance conduce a la creación de áreas de operación autorizadas, con límites geográficos definidos. Es posible tener acceso a más de un área de operación autorizada establecida bajo una única Autorización de Performance. Pueden exigir diferentes niveles de performance basados en la infraestructura del espacio aéreo subyacente.

Se espera que el universo de operadores obtenga de la red USS los datos que lo conduzcan a una operación eficiente y segura, otorgando las autorizaciones en base a variables de capacidad, proximidad, recursos de Detectar e Evitar (DAA), identificación de obstáculos o peligros, cercanía a espacios aéreos predefinidos para contener y conducir vuelos tripulados.

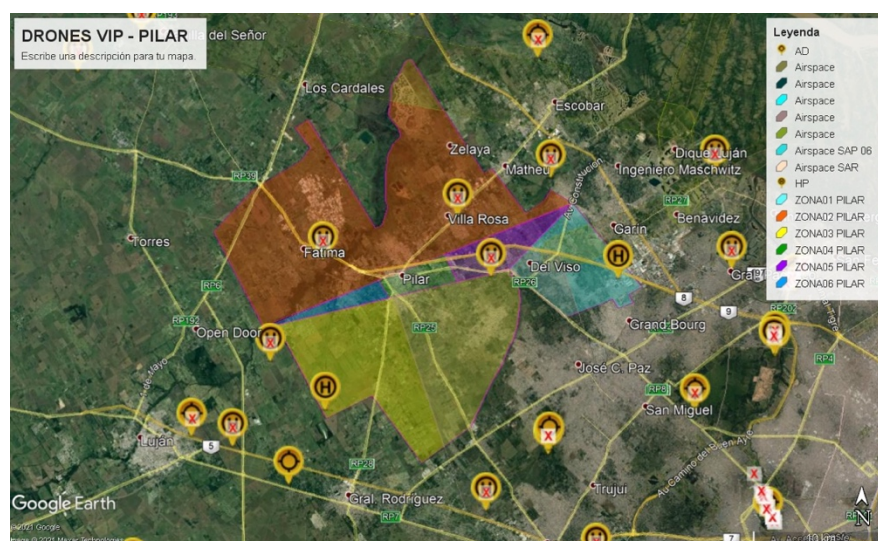


Ilustración 4 - Múltiples áreas de operación autorizadas para un operador de UAS

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Las áreas de operación autorizadas variarán en complejidad y requisitos de acceso en virtud del espacio aéreo contemplado, ubicación geográfica, densidad demográfica, accesibilidad a redes USS, disponibilidad y alcance de servidores USS y SDSF, efectividad de comunicaciones e intercambio de datos, demanda y capacidad. Todo este tipo de información debe ser proporcionada al sistema UTM por los USS y SDPS. También dependerá de un análisis previo de datos de probabilidad, sobre la posibilidad de que ocurra un conflicto o incidente, sustentado en datos con principios en el *análisis de riesgos*. Se incorpora a este criterio preguntas como: ¿Qué tan probable es que ocurra?, ¿Con qué frecuencia puede ocurrir?, ¿Cuál sería la severidad?

La información “estática” disponible en el sistema UTM puede ser proporcionada por la CAA y el ANSP, basada en el diseño de estructuras de espacios aéreos existentes. Estas estructuras son susceptibles de actualización permanente y pueden sufrir modificaciones como consecuencia de rediseños o nuevas necesidades. El sistema UTM debe contemplar esa posibilidad y articular un proceso para notificar y actualizar la información.

2.5.3 Autorización del Espacio Aéreo

Todos los operadores de UAS que lleven a cabo operaciones en el entorno UTM deben obtener la autorización del ANSP cuando operen dentro de los límites del espacio aéreo controlado. Esta autorización se denomina Autorización del Espacio Aéreo y es distinta de la Autorización de Performance.

La autorización de performance corrobora la capacidad de un operador para cumplir con las capacidades de performance de vuelo en su área de operación prevista, mientras que la autorización del espacio aéreo concede el acceso para operar en el espacio aéreo controlado y proporciona a la instalación de tránsito aéreo con jurisdicción sobre el espacio aéreo y acceso a la información sobre las operaciones que se realizan. Una autorización de espacio aéreo concede a un operador acceso al espacio aéreo controlado durante un periodo de tiempo limitado y generalmente de corto plazo.

Los operadores UAS en el entorno UTM pueden solicitar autorizaciones de espacio aéreo directamente a través de los sistemas del ANSP o pueden utilizar un proveedor USS calificado por la CAA para proporcionar servicios de autorización automatizados.

Los USS calificados para proporcionar servicios de autorización del espacio aéreo identifican las operaciones que requieren autorización del espacio aéreo (es decir, identifican cualquier parte de la intención de la operación que se encuentra en el espacio aéreo controlado). Los USS informan a los operadores de la necesidad de autorización ATC y apoyan el desarrollo y la presentación de la información de autorización ATC.

2.5.4 Planificación de la Operación

Con UTM, la intención de vuelo se presenta y se comparte entre los operadores para el conocimiento de la situación en forma de un plan de operación. Difiere, en tal aspecto, de un "plan de vuelo", que se propaga a través de los sistemas de automatización ATC para las operaciones de aeronaves gestionadas por el servicio de control de tránsito aéreo.

El plan de operaciones se desarrolla antes de la operación e indica el volumen 4D del espacio aéreo dentro del

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

cual se espera que ocurra la operación, los tiempos y ubicaciones de los eventos claves asociados con la operación, incluyendo el lanzamiento, la recuperación y cualquier otra información que se considere importante (p.ej., la segmentación de la trayectoria de la operación por tiempo). Aunque se puede utilizar un único volumen, la segmentación de ese volumen 4D promueve el uso eficiente del espacio aéreo y reduce la probabilidad de que se solapen las operaciones.

El plan de operaciones propuesto puede verse afectado por otras operaciones planificadas (p.ej., volúmenes de espacio aéreo que se solapan), por limitaciones del espacio aéreo (p.ej., restricciones del espacio aéreo, espacio aéreo de uso especial, NOTAM, reservas de volumen UAS), o por limitaciones en tierra (p.ej., concentraciones de público, áreas sensibles, obstáculos), por lo que el operador debe evaluar toda la información apropiada que afecte a la operación planificada y hacer las modificaciones pertinentes al plan. El operador identifica los conflictos operacionales y los “resuelve” estratégicamente, en forma exponencial a través de las capacidades proporcionadas por los proveedores de servicio USS (p.ej., algoritmos de colaboración y solución de conflictos del operador) diseñadas para proporcionar un acceso equitativo al espacio aéreo.

Después de compartir la intención a la Red USS, el USS del operador continúa ofreciendo apoyo de solución de conflictos hasta el inicio de la operación.

2.5.5 Información sobre Restricciones y Avisos

Los operadores de UAS son responsables de identificar las condiciones operativas inesperadas o los peligros de vuelo que puedan afectar a su operación. Esta información es dinámica y de actualización permanente, se recoge y evalúa tanto antes como durante la operación para garantizar la seguridad de la misma. Los USS deben apoyar esta responsabilidad del operador suministrando información sobre restricciones del espacio aéreo y avisos, meteorología y otros datos relevantes.

Los avisos en tiempo casi real se proporcionan a través de la Red USS, y se ponen a disposición de los usuarios afectados en relación con:

- a) información de tránsito (p.ej., aeronaves conocidas y desconocidas, que pueden representar un peligro para la operación, así como operaciones no conformes);
- b) tiempo y vientos (rachas que pueden exceder la capacidad operativa de la aeronave);
- c) otros peligros pertinentes para el vuelo a baja altura (p.ej., obstáculos inesperados como una grúa o un NOTAM, cercanía a líneas eléctricas, actividad de aves o datos migratorios, restricciones locales impuestas para operaciones de UAS u otra información de peligro específica); y
- d) Información de Reserva de Volumen Prioritario (PVR).

Las reservas de volumen prioritario (PVR) pueden establecerse cuando las actividades en tierra o en el aire presentan un riesgo potencial para los intereses de seguridad del entorno UTM. Las PVR están diseñadas para apoyar la seguridad operativa de los vuelos transitorios (p.ej., actividad policial, respuesta de emergencia, seguridad pública) notificando a los operadores del entorno UTM los bloques de espacio aéreo en los que se producen estas actividades. Las PVR suelen ser de corta duración, tienen límites específicos del espacio aéreo

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

y un tiempo establecido de inicio y finalización. Un USS habilitado para prestar servicios de PVR crea y encamina los datos del volumen reservado prioritario a través de la Red USS, para notificar a los operadores afectados y a las partes.

La información estática y dinámica ofrecida a disposición en la Red USS, proviene principalmente de los USS y/o de los SDSP. Los operadores de UA pueden participar de la distribución de información a través de un reporte, advirtiendo de fenómenos o condiciones específicas experimentadas o encontradas de primer plano. La FAA [1] ha denominado estos reportes como “informes de aeronaves no tripuladas o UREP”, similares a “los informes de los pilotos de aeronaves tripuladas (PIREP)”. Estos informes deberían cumplir con un formato estandarizado, así como el tipo de información a reportar, logrando un criterio armónico y claro para el tratamiento de este tipo de información.

2.5.6 Separación

Los operadores de UTM son responsables directos de mantener la separación con respecto a otras aeronaves, el espacio aéreo, la meteorología, el terreno y los peligros, y de evitar condiciones inseguras durante toda la operación.

La separación se logra a través de una gestión eficiente para compartir intención de vuelo, crear conciencia situacional colectiva, solución estratégica de conflictos sobre los volúmenes del espacio aéreo (planeamiento y negociación), seguimiento de trayectoria de las aeronaves y la supervisión de conformidad, solución táctica de conflictos, y propuestas sobre normas y procedimientos en ruta (p.ej., las normas de derecho de paso).

Los operadores/RPIC (si es una entidad separada) son responsables de permanecer dentro de los límites de su(s) volumen(es) de vuelo y de rastrear la ubicación de la aeronave durante todas las fases del vuelo, mientras cumplen con los criterios de performance requeridos para la operación realizada. Los operadores vigilan la no conformidad de las aeronaves y/o los fallos o degradación del equipo de a bordo (p.ej., pérdida de enlace, fallo del motor).

Para las situaciones en las que no se puedan realizar correcciones, los operadores son responsables de notificar a los usuarios del espacio aéreo afectados tan pronto como sea posible y de ejecutar una respuesta predecible.

Los USS pueden apoyar al operador proporcionando capacidades de seguimiento de trayectoria y monitoreo de actuación mientras notifica a los usuarios del espacio aéreo afectado cuando se produzca un evento particular y anormal, desviada de la intención de vuelo original. Ante este tipo de eventualidad, de comprometer la operación de aeronaves tripuladas o requerir de la intervención del ATC, debe ser comunicada inmediatamente al ANSP por el USS para tomar una acción destinada a proteger el tránsito aéreo tripulado. Este enlace debería canalizarse a través de la base de datos UTM.

El operador es responsable de la coordinación en vuelo con otros operadores y puede utilizar los servicios de un USS para facilitar esta coordinación. La autorización de performance del operador puede requerir comunicaciones a bordo, navegación y equipos con capacidades DAA para mantener la separación tácticamente.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

En el caso de que sea necesario actualizar la intención en vuelo, los USS ajustarán las actualizaciones del operador.

Los USS y/o SDSP apoyan al operador suministrando datos meteorológicos, del terreno y de despeje de obstáculos específicos del área de operación durante la fase de planificación previa al vuelo para asegurar la gestión estratégica de la operación UTM, así como las actualizaciones en vuelo asegurando la provisión de separación. El USS mantiene y proporciona a los operadores de UAS información meteorológica casi en tiempo real y de previsión para la región. Los operadores monitorean el clima y los vientos durante el vuelo. En el caso de que la performance de su aeronave sea inadecuada para el vuelo en el clima actual o pronosticado, los operadores toman las medidas apropiadas para aterrizar de manera segura tan pronto como sea práctico y posible.

Utilizando las capacidades de conexión en vuelo, los operadores también supervisan los datos sobre el terreno y los obstáculos para garantizar que la aeronave no colisione con el terreno, los cables, el terreno, las montañas u otros obstáculos. Los proveedores de datos mantienen y proporcionan las bases de datos de terreno/obstáculos más actualizados con el fin de desarrollar información de evasión precisa para los operadores UTM.

2.6 Funciones y Responsabilidades

El cuadro resume las funciones y responsabilidades del operador de UA, del USS y de la Autoridad Competente asociadas a una operación UTM.

| FUNCIÓN | | Actores/Entidades | | |
|---|--|------------------------------|-----|----------------------|
| | | R = Responsabilidad primaria | | |
| | | S = Apoyo a las operaciones | | |
| | | Operadores UAS | USS | Autoridad competente |
| Separación | UAS de UAS (VLOS y BVLOS) | R | S | - |
| | VLOS UAS de Aeronave Tripulada de Baja Altitud | R | S | - |
| | BVLOS UAS de Aeronave Tripulada de Baja Altitud | R | S | - |
| Peligro | Evitación de Clima | R | S | - |
| | Evitación de Terreno | R | S | - |
| | Evitación de Obstáculos | R | S | - |
| Estatus | Estado de Operaciones UTM | R | S | - |
| | Archivo de Información de Vuelo | R | S | - |
| | Estado de Información de Vuelo | R | S | - |
| Asesoramiento | Información de Tiempo | R | S | - |
| | Alertas a Usuarios de Espacio Aéreo Afectados por Peligros de UAS | R | S | - |
| | Información de peligros (p. ej., obstáculos, terreno) | R | S | - |
| | Información de peligros específicos de UAS (p. ej., líneas eléctricas, zonas no UAS) | R | S | - |
| Planificación, Propósito y Autorización | Plan de desarrollo de la de Operación | R | S | - |
| | Propósito de operación compartido (pre-vuelo) | R | S | - |
| | Propósito de operación compartido (en vuelo) | R | S | - |
| | Negociación de intención de operación | R | S | - |
| | Autorización de Espacio Aéreo Controlado | - | S | R |
| | Control de Vuelo | R | - | - |
| | Definición de Asignación y Restricciones del Espacio Aéreo | - | S | R |

Tabla 1 - Funciones y responsabilidades

2.7 Identificación Remota (RID)

La identificación remota (RID) proporciona un medio para abordar las preocupaciones del público y proteger las vulnerabilidades de la seguridad pública asociadas con las operaciones de aeronaves no tripuladas (UA) a baja altitud, incluyendo las amenazas a la privacidad y la seguridad. La RID permite la identificación electrónica de una UA y de un operador mediante el uso de un identificador único (similar en concepto a la matrícula de un

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

automóvil), eliminando el anonimato y preservando la privacidad operativa de los pilotos remotos, las empresas y sus clientes.

La RID permite la confiabilidad y la trazabilidad, en particular para las operaciones BVLOS, en las que un operador y la aeronave no se encuentran en el mismo lugar. Los USS que proporcionan servicios RID procesan y distribuyen los datos de identificación remota al público en general, a las fuerzas de seguridad, a la Autoridad y a otros oficiales públicos de acuerdo con los protocolos establecidos por la Autoridad Competente.

Los oficiales públicos, con la necesidad de información, tienen credenciales que permiten el acceso a un conjunto ampliado de datos, en comparación con el público en general.

La RID utiliza una combinación de tecnología y servicios para identificar a las UA y a los operadores asociados que puedan plantear problemas de seguridad, protección y/o privacidad para el público. Como miembro del sistema de proveedores de servicios independientes que intercambian información a través de una red común, la arquitectura UTM apoya la RID a través de varios medios, entre ellos:

- a) proporcionando la arquitectura, la infraestructura y los servicios mediante los cuales los operadores transmiten información RID a través de la publicación en la red; y
- b) proporcionando servicios mediante los cuales las personas autorizadas pueden obtener información relevante para la seguridad pública.

La RID se basa en la transmisión de un conjunto de información que permite al receptor determinar la ubicación y establecer la trazabilidad hasta un operador de UA/RPIC responsable de una aeronave específica. Se supone que existe un conjunto mínimo de información que los operadores transmiten y que es de acceso público denominado un mensaje RID.

A efectos del presente documento, se supone que los elementos del mensaje RID incluyen como mínimo, los siguientes elementos:

- a) un número de identificación única - UA ID;
- b) ubicación del UA; y
- c) una pauta de tiempo.

La información contenida en el mensaje RID de acceso público puede ser utilizada por entidades autorizadas para obtener información adicional relacionada con la seguridad pública. Aunque las normas relativas a la RID para los UA todavía están en desarrollo, se recomiendan dos métodos para que los UA transmitan RID e información de seguimiento:

a) **Transmisión directa** [8]: se basa en la transmisión de señales de radio directamente desde el UA a los receptores en las proximidades del UA. Los datos pueden ser recibidos por cualquier persona dentro del rango de transmisión;

b) **Publicación en red** [8]: se basa en la comunicación a través de Internet de un proveedor de servicios de identificación remota que interactúa directa o indirectamente con el UA o con otras fuentes en el caso de

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

participantes de la red no equipados. Los clientes pueden acceder a los datos publicados para obtener la identificación del UA y la información de seguimiento.

Un operador que transmite a través de la red pública envía un mensaje RID a un USS que ha sido calificado por la Autoridad para proporcionar servicios RID – denominado RID USS. El RID USS pone el mensaje RID a disposición de todos los otros RID USS, y viceversa, de tal manera que el conjunto completo de mensajes guardados por estos diversos USS constituye una distribución de base de datos. El público en general puede utilizar los servicios proporcionados por los RID USS. Como ejemplo de un posible servicio sería una aplicación de teléfono móvil que permitiera realizar consultas de datos de acceso público.

Cualquier consulta a través de un único RID USS tiene como resultado la devolución de todos los mensajes RID transmitidos que se ajustan a los límites de la consulta, independientemente del RID USS original que haya recibido cada transmisión. Además, la autoridad puede consultar los RID USS a través de la red USS para obtener los mensajes RID pertinentes cuando sea necesaria dicha información.

Las entidades de seguridad pública autorizadas que necesiten obtener información más allá de los elementos de los mensajes RID accesibles al público, pueden consultar la Red USS. Un USS que ha sido calificado por la Autoridad para proporcionar servicios de seguridad pública puede tener mayores privilegios de acceso a la información dentro de la Red USS, en comparación con los USS que no prestan servicios de seguridad pública. Por ejemplo, un agente de la ley de seguridad pública autorizado puede suscribirse a un USS de seguridad pública, que le podría apoyar las consultas a la Red USS para obtener información relativa a la identificación de un UA presentado. Los USS que tienen o prestan servicio al operador vinculado al UA ID, proporcionarán información al USS de seguridad pública de acuerdo con el nivel de acceso a la información asociada al agente solicitante, que podría incluir el nombre del operador y la información de contacto del operador.

2.8 Gestión del Espacio Aéreo

El sistema UTM está diseñado para garantizar que las operaciones de las UA sean autorizadas, seguras y equitativas en términos de acceso al espacio aéreo. El sistema UTM impone requisitos sobre las operaciones y la performance acordes con el operador, la aeronave, los servicios, entorno operativo y consideraciones de clase de espacio aéreo. La gestión del espacio aéreo se basa en un enfoque estratificado de la seguridad, la protección y la equidad del acceso al espacio aéreo a través de:

- a) autorizaciones de performance y certificaciones que garantizan que los operadores, los equipos y los USS cumplen los requisitos de capacidad y performance adecuados para las operaciones previstas;
- b) autorizaciones del espacio aéreo que proporcionen a las partes interesadas en la gestión del tránsito aéreo un conocimiento de la situación de las operaciones de UTM en el espacio aéreo controlado;
- c) gestión estratégica del tránsito de las operaciones a través de la planificación interactiva previa al vuelo;
- d) suministro de separación a través de servicios de resolución de conflictos y alertas de conflicto en vuelo a los participantes de UTM, incluyendo la intención de la aeronave, las restricciones del espacio aéreo y

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

los peligros utilizando DAA para una buena orientación;

e) gestión de contingencias mediante la planificación de operaciones, procedimientos coordinados y protocolos de respuesta, y respuestas pre-programadas del sistema o respuestas de la aeronave a las anomalías de vuelo;

f) notificaciones casi en tiempo real de las restricciones del espacio aéreo y avisos que salvaguardan la seguridad del espacio aéreo;

g) prevención de obstáculos y aeronaves mediante el uso de equipos apropiados en tierra o a bordo, incluido detectar y evitar colisiones (DAA); y

h) identificación de los operadores de aeronaves y UAS/RPIC mediante el intercambio de información RID.

Además, la seguridad del espacio aéreo se garantiza a través de la protección de los datos y sistemas del espacio aéreo, así como mediante la recopilación, el mantenimiento y el suministro de información sobre la identidad de las operaciones UTM, las aeronaves y operadores a través del RID, el registro de aeronaves, los registros de los operadores, los servicios USS y los mecanismos adecuados de identificación de aeronaves. Por último, la equidad en el acceso al espacio aéreo para las operaciones UTM se fomenta mediante la organización de las operaciones y la negociación con los operadores para optimizar el uso del espacio aéreo entre los participantes.

2.8.1 Seguridad Operacional (Safety)

La seguridad de las operaciones se refiere a la seguridad de las personas y de la propiedad tanto en tierra como en el aire. El sistema UTM tiene múltiples niveles de garantía de separación para asegurar la realización segura de las operaciones, desde la planificación estratégica de los vuelos y las herramientas de gestión hasta las capacidades tácticas para evitar aeronaves y obstáculos.

2.8.1.1 Gestión Estratégica de las Operaciones

Las operaciones UTM pueden ser gestionadas estratégicamente a través de la planificación interactiva y la organización de la información de la intención de operación, así como las consideraciones ambientales pertinentes que permiten la resolución estratégica de conflictos para operaciones múltiples de UAS. Compartir la intención de la operación, la resolución estratégica de conflictos, la evaluación de las restricciones del espacio aéreo, así como las capacidades de información y pronósticos meteorológicos y otras características de apoyo clave de sistema UTM, reducen la necesidad de gestión de la separación táctica y la probabilidad de cambios de intención en vuelo debido a las restricciones meteorológicas o del espacio aéreo.

Los operadores que planean volar más allá de la línea de visión (BVLOS) están obligados a compartir la intención de operación con otros operadores/usuarios del espacio aéreo a través de la red USS. Los datos de intención consisten predominantemente en los elementos espaciales y temporales de una operación. Como mínimo, la intención de la operación incluye los segmentos del volumen de la operación, que conforman la trayectoria de vuelo prevista. Los volúmenes de operación son bloques de espacio aéreo en 4D que tienen horas de entrada y salida especificadas para la UA del operador. Estos volúmenes pueden apilarse en secuencia de manera que la hora de salida de un volumen coincida con la hora de entrada de un volumen adyacente a lo largo de la trayectoria de vuelo. El resultado es que cada volumen de operación en la secuencia comprende un

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

segmento del perfil de vuelo global.

Los volúmenes de operación están contenidos en las áreas de operación autorizadas (AAO) para cada operador, tal como se define en su intención de vuelo. Las capacidades de rendimiento de los UAS determinarán normalmente el tamaño de los segmentos del volumen de operación, siendo los UAS de mayor performance de navegación capaces de mantener el vuelo dentro de volúmenes más pequeños de navegación y pueden mantener el vuelo en esos volúmenes, en comparación con los UAS de menor rendimiento. Los requisitos de rendimiento de navegación pueden ser más estrictos en determinados espacios aéreos durante los periodos en los que la densidad del tránsito/ritmo de las operaciones es elevado. Los UAS ayudan a gestionar y minimizar el solapamiento de los segmentos del volumen de operaciones cuando sea necesario, con el objetivo de mantener la separación a través de la resolución estratégica de conflictos.

Los operadores ponen la información de intención a disposición de los participantes en el UTM y de otros usuarios del espacio aéreo a través de la red USS para promover el conocimiento de la situación y apoyar las interacciones cooperativas.

Los datos del operador presentados durante la fase de planificación no necesitan ser verificados previamente con los registros para el cumplimiento en el momento de la presentación (p.ej., el cumplimiento de las estipulaciones para áreas de operación autorizadas, certificaciones de los pilotos, uso de equipos/tecnologías específicas).

Los métodos de resolución táctica de conflictos - el siguiente nivel de separación - son necesarios cuando la resolución estratégica por sí sola no es adecuada para apoyar la seguridad de las operaciones (p.ej., operaciones en áreas con tránsito aéreo denso) o de las personas/propiedades en tierra.

Los datos de intención cumplen varias funciones principales, tales como:

- a) informar a otros operadores, tripulados y no tripulados, de las operaciones cercanas para promover la seguridad y el conocimiento compartido;
- b) permitir la resolución de conflictos de volúmenes de operación (es decir, la separación estratégica); y
- c) apoyar la supervisión y el seguimiento.

Los USS también pueden utilizar elementos de la intención de la operación (p.ej., la ubicación de los volúmenes de operación y las horas de entrada/salida) para permitir distribución automática de avisos espacial y temporalmente relevantes.

Restricciones, condiciones meteorológicas y el intercambio de datos meteorológicos y complementarios ayudan a los operadores a determinar si las condiciones ambientales u otros factores que se presentan son adecuados para el vuelo en el lugar previsto en la fecha y hora específicas (p.ej., predicción del tiempo y del viento, obstáculos previstos). Estos datos ayudan a los operadores a determinar si pueden cumplir con sus responsabilidades para un vuelo seguro o completar con éxito su misión teniendo en cuenta las condiciones previstas.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Los servicios de gestión estratégica pueden ser suficientes por sí solos para garantizar la seguridad de las operaciones de UAS de bajos riesgo y complejidad. Por ejemplo, un operador BVLOS que realice un vuelo en una zona rural/remota (donde la actividad de UAS/tripulados a bajas altitudes es escasa) comparte su intención a través de la red USS, proporcionando a otros la información necesaria para mantener la separación. Debido a la densidad reducida de operaciones a estas bajas altitudes, los que se enteran de esta operación a través de un USS planifica en torno a esa operación, o cuando los objetivos se superponen, se realizan ajustes espaciales o temporales para garantizar la separación estratégica.

Por el contrario, las operaciones de mayor riesgo y complejidad, como las que se realizan sobre zonas densamente pobladas con actividad de aeronaves tripuladas, probablemente requieran una separación adicional más allá de la gestión estratégica.

2.8.1.2 Separación/Gestión de Conflictos

Los servicios/capacidades del sistema UTM apoyan una gama de operaciones de UAS desde áreas rurales con mínima actividad de aeronaves tripuladas y sin personas o propiedades en el lugar, hasta las zonas urbanas con considerable tránsito tripulado, terreno y obstáculos en la superficie. Los requisitos correspondientes para la provisión de separación, en términos de intercambio de datos, seguimiento y control de la conformidad, equipamiento y responsabilidades del operador, son proporcionales a los riesgos para las personas y los bienes. Los requisitos de aeronave/capacidad se abordan en la autorización de performance obtenida por el operador antes de la operación.

Los operadores de UAS comparten la responsabilidad de separación con otros operadores de UAS (BVLOS y VLOS) y otros tránsitos. Los operadores de UAS que deseen operar en áreas con alta densidad o tránsito heterogéneo pueden estar obligados a equiparse con tecnologías DAA para cumplir con estas responsabilidades.

Las aeronaves tripuladas de baja altitud que operan tanto en el espacio aéreo no controlado como en el controlado tienen acceso y se les anima a utilizar los servicios de planificación de operaciones del sistema UTM para resolver conflictos. Los pilotos de aeronaves tripuladas de baja altitud pueden compartir cierta responsabilidad con los operadores de UAS BVLOS para mantener la separación entre ellos (aunque no comparten la responsabilidad de separarse de los operadores de UAS VLOS).

Dado que los UAS pueden ser difíciles de identificar cuando son de pequeño tamaño, puede exigirse a determinados UAS que cumplan requisitos de visibilidad específicamente diseñados para lograr su identificación visual.

Durante el vuelo, el operador es responsable de cumplir todas las normas y reglamentos asociados a la operación, incluyendo evitar otras aeronaves, el cumplimiento de las restricciones del espacio aéreo y evitar terrenos y obstáculos. Los servicios comerciales o los proveedores a terceros pueden proporcionar asistencia a los operadores en el cumplimiento de responsabilidades. Para las operaciones en áreas con un tránsito aéreo mínimo, los avisos sobre el tránsito conocido o no cooperativo (p.ej., alertas USS sobre aeronaves no-conformes, Informes de aeronaves no tripuladas - UREP) pueden ayudar a los operadores a mantener la separación.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

El operador mantiene una conexión con el USS para apoyar el intercambio de datos relacionados con el seguimiento y la supervisión de las aeronaves, los datos sobre libre de terreno y obstáculos, la meteorología, y/o notificaciones y avisos sobre restricciones del espacio aéreo, tránsito u otros peligros que puedan afectar al vuelo. En el caso de una notificación o aviso, el RPIC es responsable de la seguridad y actúa en forma adecuada a la información.

Los operadores tripulados y no tripulados que no están obligados a compartir la intención, pero operan cerca o por debajo de 400 pies AGL, se les anima a que, como mínimo, utilicen los servicios para identificar las operaciones que podrían afectar a su ruta de vuelo como parte de sus responsabilidades previas al vuelo.

Cuando los UAS operan en áreas donde las aeronaves tripuladas son más frecuentes, los operadores son responsables de mantener la separación de todas las aeronaves, incluidas las participantes y no participantes en el entorno UTM.

Esto puede hacerse utilizando los servicios de resolución de conflicto en vuelo, diseñados para identificar y alertar a los operadores del tránsito aéreo, o a través de soluciones tecnológicas terrestres o aéreas (p.ej., compartir la posición, equipos de aeronave a aeronave (V2V), datos de vigilancia terrestre, datos de vigilancia aérea y capacidades DAA). Los USS pueden ayudar aún más con las responsabilidades de separación en vuelo, proporcionando servicios que ayudan a los operadores a mantenerse dentro de los límites de su volumen (por ejemplo, servicios de seguimiento y supervisión de las aeronaves), difundiendo información que facilite evitar los peligros del vuelo (p. ej., información meteorológica/viento, datos sobre el terreno y los obstáculos, UREP), y coordinar con los usuarios del espacio aéreo afectados, para facilitar respuestas eficaces de gestión del espacio aéreo en caso de contingencia.

Todas las aeronaves de baja altitud que comparten el espacio aéreo lo hacen con un claro conocimiento de las responsabilidades, normas y procedimientos, independientemente de si participan o reciben servicios de UTM o ATC. Las reglas de derecho de paso, los procedimientos establecidos y las reglas de operación segura permiten una interacción armonizada cuando las aeronaves se encuentran. Aunque las aeronaves tripuladas que operan a baja altitud y las aeronaves no tripuladas VLOS no están obligadas a compartir la intención, se les anima a que, como mínimo, utilicen los servicios UTM que les permitan identificar las operaciones de UAS que puedan afectar a su ruta de vuelo para aumentar la probabilidad de identificar los UAS.

Los operadores de UTM BVLOS deben ser capaces de rastrear su aeronave y permanecer dentro de los límites de sus volúmenes de intención compartidos. Los USS pueden ayudar a los operadores a cumplir este requisito mediante el seguimiento de la aeronave y los servicios de monitoreo de conformidad mediante los cuales los UAS transmiten datos de seguimiento casi en tiempo real al USS, de modo que el USS pueda proporcionar servicios que permitan a los operadores supervisar la posición de la UA y su conformidad con los límites del volumen de operaciones aplicables basados en el sistema durante las partes de vuelo BVLOS. Los USS también pueden monitorear la conformidad del operador con los límites geográficos especificados en la autorización de performance.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

La Autoridad Competente pone a disposición del USS los datos de las restricciones del espacio aéreo en tiempo real a través de la base de datos UTM para apoyar los servicios de gestión del espacio aéreo, pero no recibe datos de intención o de otro tipo del USS durante operaciones nominales. Durante las situaciones no nominales, el USS notifica a la Autoridad un evento a través de la base de datos UTM (según la política establecida del USS) solo si la situación cumple los criterios de atención de la Autoridad ATC que tienen en cuenta la capacidad del ATC para tomar medidas de manera oportuna.

Si una PVR entra en vigor, se envía una notificación automática a la red USS para que los participantes afectados de la UTM puedan ser identificados e informados de la PVR. Si se ven afectados por una PVR, los operadores actúan con discreción a la hora de decidir qué hacer, entendiendo que son responsables de la seguridad general del vuelo.

El operador/RPIC puede:

- a) continuar con la operación si confía en que es seguro continuar;
- b) evitar o salir del espacio aéreo; o
- c) aterrizar.

La Autoridad también recibe información relativa a las PVR a través de la base de datos UTM y publica los datos en un portal público para el acceso de los usuarios del espacio aéreo, envía los datos prescritos a las partes interesadas internas de la Autoridad y archiva los registros de acuerdo con la política y los procedimientos.

Los operadores reciben datos sobre el tiempo, el viento, el terreno, los obstáculos y otros datos suplementarios proporcionados por el servicio y datos pertinentes al vuelo para ayudarles a cumplir con sus responsabilidades. Los servicios meteorológicos proporcionan al operador información sobre vientos, temperaturas, presión, precipitaciones y visibilidad. Se anima a los operadores a presentar UREP sobre los fenómenos meteorológicos observados y otra información de aviación (p.ej., tránsito no cooperativo) para que esta información pueda ser compartida a través de la Red USS con otros operadores afectados.

Los operadores son responsables de garantizar que los niveles de autonomía y/o de combustible se mantengan adecuadamente para seguir cumpliendo con las normas o reglamentos, o para apoyar las operaciones seguras. Los niveles de autonomía/combustible (reales o reservas) pueden proporcionarse al USS para permitir la supervisión y las alertas para las comprobaciones del nivel de autonomía y/o permitir la estimación de los niveles de autonomía en caso de contingencia (p.ej., estimación de los niveles de combustible/autonomía cuando se espera que la aeronave no regrese conforme).

2.8.1.3 Gestión de Contingencias

En caso de contingencia, el operador es responsable de notificar a los usuarios del espacio aéreo afectados. Un USS puede ayudar al operador a cumplir esta obligación estableciendo y manteniendo comunicaciones con operadores de UAS afectados, entidades de la Autoridad (según sea necesario) y otros usuarios del espacio aéreo, según corresponda, a través de la red USS.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Si un operador/RPIC determina que la seguridad está comprometida, el USS debe ser notificado tan pronto como sea posible de la condición comprometida y la información operativa pertinente proporcionada al USS.

Si un vuelo activo encontrarse en una de las situaciones: (a) experimentando un fallo o degradación del equipo crítico de a bordo (p.ej., pérdida de enlace, fallo del motor); (b) no rastreando, o la posición de la aeronave es desconocida durante algún período de tiempo; o (c) no conforme a la intención de vuelo y/o no se espera que se restablezca la conformidad, los protocolos de respuesta asistida de USS estarán implementados para ayudar al operador/RPIC a reducir la posibilidad de daños o lesiones.

Los procedimientos o protocolos de contingencia, como las respuestas preprogramadas de pérdida de enlace de mando y control de la aeronave, compartidos con el USS durante el proceso de planificación de la operación o actualizados en vuelo, facilitan resolver conflictos de los vuelos afectados en toda la Red USS. Los USS trabajan activamente para contener sus operaciones de apoyo dentro de los volúmenes de operación a pesar de las condiciones inciertas (p.ej., los USS actualizan la intención de la operación comprometida modificando o creando volúmenes de operación que reflejen una nueva ruta; si el RPIC tiene un control limitado o nulo de la UA, los USS generan nuevos volúmenes de operación basados en la trayectoria proyectada de la UA).

Los USS que apoyan las operaciones comprometidas notifican (y actualizan) a la Red USS las situaciones potencialmente peligrosas de acuerdo con las directrices, normas de notificación y protocolos de mensajería establecidos por la UTM. Los operadores afectados son notificados/alertados y responden en consecuencia.

Los USS también notifican a los usuarios potencialmente afectados y conectados que no son UTM, las situaciones fuera de lo normal o potencialmente peligrosas, proporcionando datos relevantes para ayudar a gestionar la situación de forma eficaz (p.ej., datos de posición, información de contacto). Los usuarios no-UTM podrían incluir entidades públicas/privadas/comerciales.

Las capacidades de las aeronaves también permiten notificar a los usuarios del espacio aéreo afectados durante las contingencias. Si una UA está equipada con capacidad de comunicación V2V (p.ej., capacidad de transmisión V2V), transmite información relevante (p.ej., la posición) a las aeronaves cercanas con equipo cooperativo, lo que permite a los afectados (p.ej., los operadores cercanos en la proximidad en 4D de la aeronave comprometida) para obtener de la situación y respondan en consecuencia.

En caso de que un evento fuera de lo normal suponga una amenaza para el sistema ATM (p.ej., aeronaves "deshonestas" con intención o no conformes), los participantes en el sistema UTM deben ser capaces de notificar a la Autoridad con información oportuna y procesable.

El papel del ATC es proporcionar mitigaciones de seguridad a las aeronaves que reciben servicios ATC de una operación UAS que suponga un riesgo creíble para la seguridad. La base de datos UTM proporciona una conexión a través de la cual la Red USS puede enviar los datos pertinentes de las operaciones UTM, incluyendo el estado del vuelo, ubicación de la aeronave (si se conoce) e información sobre la intención hasta que el peligro ya no represente un riesgo.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Los USS o los operadores que actúan como su propio USS envían la notificación de los vuelos errantes, junto con los datos requeridos, a la base de datos UTM para el enrutamiento a las instalaciones/entidades ATC apropiadas.

Durante un evento de contingencia, los operadores impactados actúan de acuerdo con las normas y regulaciones para evitar la UA. Una vez finalizado el evento de contingencia, el USS proporciona un aviso de recuperación a las entidades afectadas, incluyendo la Red USS, para su distribución a los usuarios del espacio aéreo. La Red USS también notifica a la Autoridad a través de la base de datos UTM, proporcionando los datos necesarios para restablecer las operaciones nominales de ATM y cumplir con los requisitos de archivo, los requisitos de información y los procedimientos. La base de datos UTM encamina los datos de acuerdo con los protocolos establecidos. Se anima a los operadores, a los USS y a otras partes interesadas a seguir y compartir el rendimiento y los problemas operativos con la comunidad UTM para identificar y mejorar los sistemas, procedimientos y servicios asociados al entorno operativo.

2.8.1.4 Evasión de Aeronaves y Obstáculos

Los operadores de UA BVLOS y VLOS son responsables de separarse de todas las demás aeronaves y de mantenerse suficientemente alejados de ellas.

Dado que los riesgos asociados a las diferentes áreas de operación pueden variar, los requisitos de los sistemas DAA de a bordo para los UAS también varían. En el espacio aéreo donde el riesgo para la vida en el aire y en tierra es bajo puede aceptarse un riesgo relativamente mayor de colisión entre UAS y, por tanto, la Autoridad puede no exigir tecnologías DAA.

Por el contrario, las operaciones en entornos más heterogéneos (p.ej., mezcla de aeronaves tripuladas y no tripuladas, espacio aéreo controlado) podrían suponer un mayor riesgo para las aeronaves tripuladas debido al mayor riesgo de colisión, por lo que pueden imponerse mayores requisitos de performance (p.ej., sistemas de a bordo, equipos para evitar en tiempo real, soluciones basadas en la red).

Durante el proceso de autorización de performance se tendrán en cuenta la zona geográfica, los medios de DAA propuestos, tanto aéreos como terrestres, y otros criterios.

Las comunicaciones de datos entre los UAS y las aeronaves tripuladas podrían permitir el intercambio de información de posición desde la aeronave tripulada para apoyar la DAA a intervalos apropiados para la operación según la autorización de performance y los requisitos reglamentarios correspondientes.

2.8.2 Seguridad (Security)

Además de la protección de las operaciones, la seguridad es una prioridad del sistema UTM, y es una expectativa del público. La seguridad se refiere a la protección contra las amenazas privadas de actos intencionados (p.ej., el terrorismo) o actos no intencionados, (p.ej., errores humanos), que afectan a las personas y/o a los bienes en el aire o en tierra. El sistema UTM contribuye a la seguridad, mientras que los sistemas y la información del sistema UTM están protegidos de las amenazas de seguridad externas e internas.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Los objetivos de la gestión de riesgos de seguridad incluyen el equilibrio de las necesidades de los miembros de la comunidad UTM que requieren acceso al espacio aéreo con la necesidad de proteger los intereses y activos de las partes interesadas, incluyendo la Autoridad, las entidades de seguridad pública, los participantes del espacio aéreo y el público en general. En caso de amenazas a las aeronaves o amenazas que utilicen aeronaves, el sistema UTM proporciona la información pertinente y asistencia a las Autoridades responsables.

Un componente clave de la seguridad es la integridad de la información que se intercambia entre los actores. Un ejemplo de un concepto de integridad de la información que podría aplicarse a la UTM es el esfuerzo que está realizando actualmente por un grupo de estudio de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que trabaja para garantizar integridad de manera uniforme en todos los aspectos de la aviación. Para ello, la comunidad de la aviación, la industria y los Estados están colaborando con la OACI para definir una red de ciberseguridad y políticas de identidad para el Marco de Confianza de la Aviación Internacional (IATF). El propósito del IATF es crear una red internacional y un marco de política de identidad que crea una red mundial resiliente de información sobre aviación (GRAIN). La GRAIN es una red de redes que interconecta a las partes interesadas de la aviación para todos los intercambios de información.

La ilustración 5 representa la relación entre la ciberseguridad y la política de red con referencia a las partes interesadas de la UTM. No todas las redes que operan bajo las políticas de red del IATF están necesariamente interconectadas. Algunas conexiones de red utilizan las políticas de red del IATF sin estar "conectadas" a la GRAIN; otras conexiones de red utilizan las políticas de identidad sin las políticas de red.

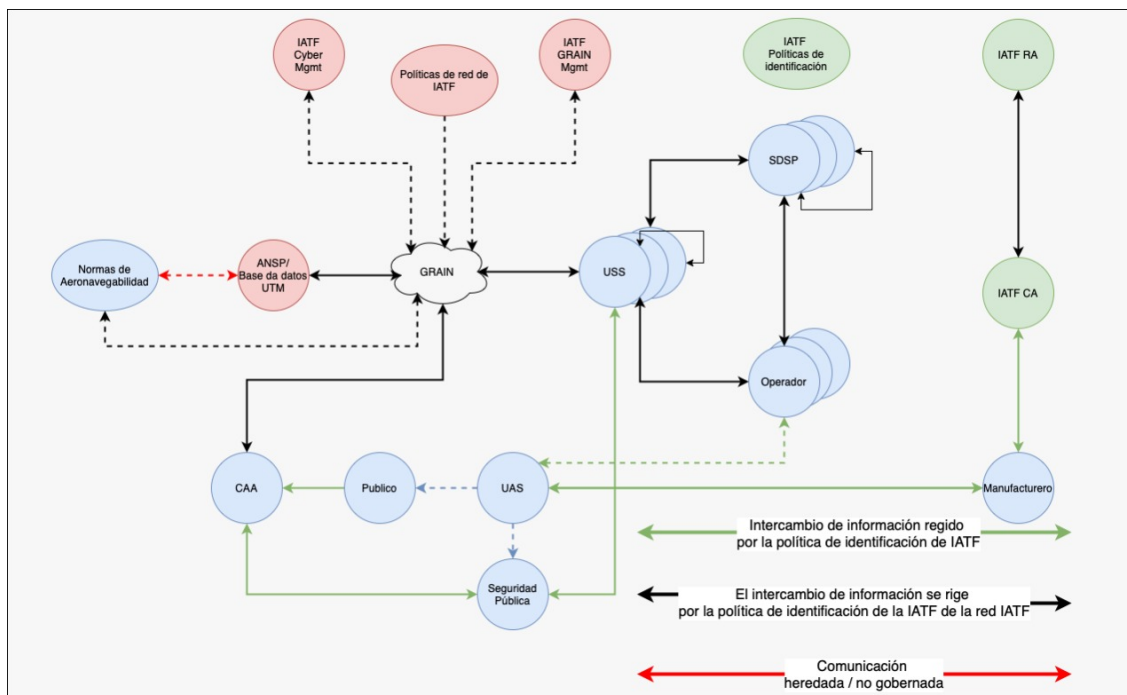


Ilustración 5 - Políticas de ciberseguridad de identidad y redes aplicables a UTM

Todas las partes interesadas del sistema UTM que utilizan las políticas del IATF utilizan una Autoridad de Registro (RA) que cumple con el IATF para vetar y comprobar las identidades. Además, todas las partes interesadas que utilizan las políticas del IATF, utilizan una Autoridad Certificada (CA) que cumple con el IATF. La RA y la CA pueden ser implementadas por entidades comerciales.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Las identidades emitidas por diferentes CA bajo las políticas del IATF son interoperables y pueden confiar unas en otras. Las relaciones de confianza entre las identidades pueden ser gestionadas por las partes interesadas y por el dominio de la aplicación.

El sistema UTM soporta las funciones de seguridad y responsabilidad requeridas. La comunidad operativa del UAS cumple con requisitos de seguridad impuestos por las Autoridades Competentes y diseñados para proteger los sistemas y las arquitecturas del espacio aéreo contra las amenazas a la seguridad.

El sistema UTM cumple con los requisitos de seguridad aplicables a través de protocolos de recopilación, archivo y suministro de datos dentro del IATF, garantizando que los datos de las operaciones estén disponibles para apoyar las necesidades de las partes interesadas.

2.8.2.1 La Autoridad

La Autoridad establece requisitos y protocolos de respuesta para proteger los sistemas del espacio aéreo y al público contra amenazas de seguridad asociadas. Utiliza los datos UTM (p.ej., intención, mensajes RID) como medio de trazabilidad para:

- a) asegurarse de que los operadores cumplen y se ajustan a las normas reglamentarias;
- b) identificar y responsabilizar a los responsables durante las investigaciones de accidentes/incidentes;

y

- c) informar a otros usuarios del espacio aéreo, en caso necesario, de la actividad de los UAS en las proximidades del espacio aéreo en el que operan.

La Autoridad puede utilizar los datos en tiempo casi real del sistema UTM para abordar las necesidades de seguridad con respecto a las operaciones realizadas bajo ATM, incluida la gestión de circunstancias fuera de lo normal y exigentes. Utilizan los datos archivados como medio para analizar las operaciones del entorno UTM y garantizar que se cumplen las necesidades del espacio aéreo y los objetivos de seguridad. La Autoridad también puede utilizar datos UTM para notificar a las entidades federales las amenazas a la seguridad. Aprovecha las políticas de GRAIN y de IATF para garantizar la integridad y autenticidad de la información recibida de todas las partes interesadas en el sistema UTM.

2.8.2.2 Partes Interesadas Públicas

Las entidades municipales, estatales, y federal (p.ej., la policía estatal, etc.) necesitan acceso a los datos del sistema UTM para informar de las respuestas a las quejas locales o federales a los incidentes de seguridad, y la realización de investigaciones. La Autoridad establece las limitaciones de acceso a los datos para cada entidad federal y de seguridad pública (p.ej., información pública, información clasificada). Dependiendo de la naturaleza de la situación de seguridad o protección, se puede necesitar información histórica o casi en tiempo real.

Los datos considerados de acceso público (p.ej., los mensajes RID) pueden ser obtenidos por el público en general a través de servicios/aplicaciones de terceros y/o del gobierno. Los datos UTM que no son de acceso

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

público (p.ej., información de contacto del operador) se gestiona y se proporciona en función de la necesidad de saber, las credenciales y el nivel de acceso a la información autorizado para el solicitante utilizando identidades emitidas de acuerdo con las políticas del IATF.

2.8.2.3 Gestión y Acceso a los Datos

Los operadores deben satisfacer los requisitos de archivo e intercambio de datos, estipulados por la Autoridad para apoyar la seguridad. Las partes interesadas pueden necesitar información, sobre las operaciones activas del entorno UTM, para separar aeronaves e identificación de UAS que afecten a las actividades aire/tierra entre otras cosas, de manera que los operadores respondan a las solicitudes de las entidades autorizadas casi en tiempo real; Un ejemplo de dicha información son los mensajes RID. Los operadores están obligados a archivar determinados datos para atender solicitudes posteriores al vuelo de entidades autorizadas (p.ej., la Autoridad, entidades públicas), como se ha señalado anteriormente; ejemplos de estos datos pueden incluir informaciones tales como:

- a) la intención de la operación;
- b) las pistas de posición 4D;
- c) los cambios de ruta a la intención; y
- d) los registros de eventos fuera de lo normal (p. ej., UAS fraudulentos).

Los USS que prestan servicios a los operadores satisfacen los requisitos de gestión de datos aplicables establecidos por la Autoridad, como responder a las solicitudes autorizadas de datos de los operadores que deben proporcionarse en tiempo casi real.

Los USS también pueden apoyar las solicitudes de información histórica autorizadas de un operador cuando prestan servicios de archivo de datos. Los USS utilizan comunicaciones de red e identidades conformes al IATF para comunicarse.

La Autoridad conserva la información obtenida de los operadores y de los USS que es relevante para las necesidades normativas y políticas, como la información de registro del operador, los registros de autorización del espacio aéreo y las exenciones operativas.

En algunas situaciones, la Autoridad puede solicitar información para una necesidad específica, pero no una necesidad coyuntural, pero que no se conserva una vez superada dicha necesidad. Un ejemplo teórico es el de la Autoridad que solicita mensajes RID publicados en la red en tiempo real para ayudar al personal de seguridad pública autorizada a identificar a un operador de UAS.

A partir de los mensajes obtenidos de la red USS, se determina la identidad del operador. El conjunto de mensajes RID, sin embargo, no se conserva ya que la necesidad situacional fue satisfecha. Las identidades del operador y de las UA que cumplen con el IATF se utilizan para garantizar la integridad y autenticidad de los mensajes RID en tránsito y archivados.

La Autoridad presta servicios a determinadas entidades públicas federales en apoyo de las necesidades de

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

seguridad pública; los servicios pueden incluir la provisión de portales diseñados para facilitar los intercambios de información automatizados y consultas a la Red USS para obtener datos autorizados. Las entidades públicas locales, estatales pueden tener portales específicos externos a la Autoridad mediante los cuales pueden solicitar y recibir información autorizada. Los USS cumplen los requisitos y protocolos de seguridad aplicables cuando recogen y suministran datos a dichas entidades.

La autorización y la autenticación entre entidades, mediante el uso de identidades conformes con el IATF, garantizan que los datos se suministran a quienes están autorizados a obtenerlos. Las entidades autorizadas utilizan los servicios de descubrimiento de la red USS para identificar los USS individuales de los que solicitar y recibir datos acordes con las credenciales de acceso.

Por lo tanto, los USS deben ser:

- a) descubiertos para la agencia solicitante;
- b) disponibles y capaces de cumplir con la solicitud; y
- c) ser una fuente de confianza, ya que pueden tomarse medidas de mitigación o de refuerzo como resultado de la información proporcionada.

2.8.2.4 Sistemas en Red

El sistema UTM introduce nuevos retos de seguridad debido a la dependencia de los operadores de UA de la interconectividad y la integración. Las conexiones de las UA con otras UA, operadores, entidades públicas, público en general y activos gubernamentales aumentan la complejidad general de la red y ofrecen oportunidades para incidentes y ataques cibernéticos - incluidas las amenazas a la seguridad del sistema y la degradación involuntaria o maliciosa del rendimiento del sistema.

Para proteger estas vulnerabilidades del sistema, se desarrollan e implementan arquitecturas, requisitos y estructuras de ciberseguridad para mitigar el potencial de actividades maliciosas y evitar el acceso ilegal a los sistemas de terceros y de la Autoridad.

Algunos de los métodos de protección son la autenticación / control de acceso, la seguridad de los datos, los procesos y procedimientos de protección de la información, el mantenimiento y la tecnología de protección.

El control de acceso se implementará en varios niveles de comunicación (aplicación, sistema y red) por todas las partes interesadas clave, y estos controles de acceso deben cumplir con los requisitos y las mejores prácticas de la industria.

Dos partes de la comunicación realizarán la autenticación mutua basada en el intercambio de sus identidades digitales interoperables y de confianza global. La parte receptora verificará la autenticidad de la parte emisora para determinar si se le permite el acceso o en qué nivel.

Estas arquitecturas, requisitos y estructuras de ciberseguridad están definidas por las políticas de red del IATF. Los USS se autentican entre sí utilizando identidades conformes al IATF que garantizan la confianza en sus

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

respectivas capacidades de red cuando participan en intercambios de información, mediante el cumplimiento de las políticas de red del IATF.

2.8.2.5 Sistemas de Aeronaves

Las arquitecturas de diseño de los UAS, que varían según el fabricante y/o el modelo, pueden ser manipulados de manera que afectan a la seguridad de las personas en tierra y en el aire. El enlace de mando y control, las comunicaciones celulares, la seguridad de los RPS y las vulnerabilidades de la señal del sistema de posicionamiento global, crean un potencial de uso indebido (intencionado y no intencionado) y de interferencia maliciosa (p.ej., piratería informática, tomas hostiles) de las tecnologías UAS.

La Autoridad considera los riesgos y requisitos de seguridad propuestos para una operación durante el proceso de autorización de performance y evalúa la idoneidad de soluciones propuestas (p.ej., enlaces cifrados). Las UA se registran de acuerdo con las normas y reglamentos de la Autoridad antes de operar en el espacio aéreo. Aunque el sistema UTM asume que el registro de un operador es válido, los registros de los operadores están sujetos a la auditoría de la Autoridad a discreción. Los operadores están obligados a certificar, registrarse y obtener todas las autorizaciones apropiadas y demostrar el cumplimiento de los requisitos de performance y capacidad según la política reguladora antes de realizar operaciones UTM.

Los sistemas de la aeronave, incluyendo la aeronave a la RPS, se operan de acuerdo con los requisitos aplicables del RID, que pueden incluir la transmisión por parte de la aeronave (a través de la transmisión por aire) o la publicación en red (a través de un USS calificado por el Estado para proporcionar servicios RID). Cuando sea necesario para la misión, la Autoridad puede exigir que el RID esté protegido criptográficamente por un mensaje de autenticación, garantizando esa autenticación, el no rechazo e integridad mediante una identidad UAS conforme al IATF.

2.8.3 Equidad

El sistema UTM proporciona un entorno operativo que garantiza a los usuarios el derecho de acceso al espacio aéreo para satisfacer sus necesidades operativas específicas, y que el uso compartido del espacio aéreo por diferentes usuarios pueda realizarse de forma segura. Dentro de las normas y procesos de cooperación para la iniciativa de un entorno UTM compartido no se asume un esquema de prioridades que disminuya la equidad de acceso, para los usuarios que han recibido una autorización de performance para operar en un área de operación autorizada. En el espacio aéreo con una demanda moderada, el acceso equitativo se consigue mediante la colaboración de los operadores, el diseño eficiente del espacio aéreo y las normas de la Autoridad. A medida que aumenta la demanda de un volumen de espacio aéreo, los requisitos para la autorización de performance pueden aumentar para garantizar un acceso libre continuado. Si la demanda de un volumen de espacio aéreo llega a ser demasiado grande para mantener la seguridad de los vuelos o para soportar todo tipo de operaciones, la Autoridad puede verse obligada a gestionar la demanda de acceso.

2.8.3.1 Acceso al Espacio Aéreo

Cuando surgen restricciones en puntos en el entorno UTM, y los operadores ya han planificado y compartido su intención con la Red USS, los proveedores ayudan a resolver o minimizar los problemas mediante la alteración de los elementos espaciales o temporales de la intención de la operación y/o la colaboración y negociación del operador. Los operadores ajustan los planes para eliminar el solapamiento del espacio aéreo de acuerdo con sus preferencias personales o con las herramientas de los USS (p.ej., el servicio de planificación de operaciones). Las capacidades de planificación de vuelos en colaboración de los USS (p.ej., funciones de planificación de rutas, opciones de configuración del espacio aéreo) ofrecen soluciones equitativas para los usuarios que compiten entre sí y/o permiten a los operadores negociación mediante herramientas de colaboración de los USS (p.ej., intercambios de operadores en tiempo real) para identificar planes alternativos que minimicen el solapamiento de volúmenes. Los operadores y los USS consideran la eficiencia del volumen del espacio aéreo durante el proceso de intercambio de intenciones para optimizar la capacidad del espacio aéreo. Los operadores se aseguran de que los cambios e intención sean precisos y estén actualizados, previniendo la resolución de conflicto innecesaria del espacio aéreo (p.ej., el operador actualiza la intención cuando se cancela una operación planificada). Las reglas de negocio garantizan que los operadores individuales no puedan optimizar sus propias operaciones a expensas de la suboptimización de otros operadores y del entorno UTM en su conjunto.

2.8.3.2 Vuelos Prioritarios

Las demandas de acceso prioritario al espacio aéreo pueden superponerse con los volúmenes operativos del entorno UTM.

En caso de un incidente de seguridad pública (p.ej., los servicios médicos de urgencia o los equipos de primera intervención deben acceder al espacio aéreo), las entidades autorizadas por la Autoridad (p.ej., las fuerzas del orden, los bomberos) pueden solicitar una PVR para alertar a los participantes del entorno UTM de la actividad de seguridad pública.

Las PVR no excluyen a los participantes del sistema UTM del espacio aéreo, sin embargo, se espera que los operadores/RPIC que continúen con sus operaciones ejerzan precaución, ya que son responsables de la seguridad general de su vuelo y son responsables de sus acciones.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

3 Escenarios operacionales

3.1 Descripción General del Escenario

Los escenarios operacionales estarán compuestos por operaciones comerciales, científicas, seguridad, defensa y recreativas o deportivas, realizadas en espacios aéreos controlados, no controlados y hasta un límite superior de 400 ft AGL.

Los escenarios, tal como se proponen, enfatizan aspectos relacionados con la operación no tripulada, así como la interacción entre los distintos participantes del sistema, con miras a promover la conciencia situacional entre los diferentes operadores, a través del intercambio de información como: (a) intenciones de vuelo; (b) posición de la aeronave; (c) restricciones de espacio aéreo; y (d) volúmenes de tránsito.

3.2 Resumen de Escenarios

| ESCENARIO | TÍTULO | DESCRIPCIÓN |
|-----------|--|--|
| 3.2.1 | Operaciones BVLOS / VLOS en espacio aéreo controlado y no controlado. | Permitir la realización de operaciones BVLOS / VLOS en espacio aéreo controlado y no controlado, mediante el uso de servicios como: (a) planificación de vuelos; (b) autorización de acceso al espacio aéreo; (c) gestión del conflicto estratégico; y (d) mensajes de usuario. |
| 3.2.2 | Establecimiento de un volumen prioritario y sus impactos operacionales en el entorno UTM. | Permitir que un operador acreditado e involucrado en operaciones relacionadas con la salvaguardia de vidas humanas solicite, a través de un Proveedor de Servicios UAS (USS) o directamente a través de los medios puestos a disposición por la Autoridad Competente, el volumen prioritario. La información sobre el volumen prioritario creado debe ser compartida con los demás usuarios del sistema a través de la red USS. Los responsables de volúmenes previamente autorizados y cuyas operaciones se vean impactadas por el volumen prioritario, deberán tomar las acciones necesarias para la seguridad de las operaciones, manteniendo la separación con la operación prioritaria. |
| 3.2.3 | Interacción entre las aeronaves no tripuladas (BVLOS) y las aeronaves tripuladas que operan en muy bajo nivel (VLL). | Permitir que las aeronaves no tripuladas interactúen con las aeronaves tripuladas, proporcionando una mayor conciencia de la situación a través del intercambio de información en la red USS, de la comunicación V2V cooperativa y de las tecnologías de detección y evitación. |
| 3.2.4 | Interacción entre operadores de UAS y responsables de áreas restringidas, para utilizar el concepto de uso flexible de espacio aéreo, en el entorno UTM. | Permitir la interacción entre los operadores de UAS y los responsables de áreas restringidas. El resultado de las interacciones entre los grupos de interés tiene como principal objetivo la aplicación del concepto de uso flexible de espacio aéreo, en el entorno UTM. |

Tabla 2 - Resumen de escenarios

3.2.1 Operaciones BVLOS / VLOS, en Espacio Aéreo Controlado y no Controlado.

Este escenario toma en cuenta las operaciones BVLOS / VLOS, en espacios aéreos controlados y no controlados, que operan en muy bajo nivel (VLL).

Los operadores UAS que pretendan operar BVLOS deben participar obligatoriamente en el sistema UTM y compartir su intención de operación a través de la red USS, promoviendo así la conciencia situacional de los demás participantes del sistema.

Las operaciones BVLOS deben ser solicitadas a través de un Proveedor de Servicios UAS (USS) acreditado por la Autoridad Competente, cuya elección quedará a criterio de los operadores. Los vuelos VLOS y/o vuelos con fines recreativos podrán ser solicitados directamente a través de los medios puestos a disposición por la Autoridad, los cuales contendrán todas las informaciones necesarias para la realización de la operación, tales como: (a) restricciones de espacio aéreo; (b) volúmenes operacionales vigentes; (c) zonas de prohibición de vuelos (*No-Flight Zone* - NFZ); y (d) NOTAM.

Los operadores de aviación tripulada podrán interactuar con el sistema a través de una Red USS específica o directamente a través de los medios puestos a disposición por la Autoridad Competente, compartiendo su intención de vuelo y/o accediendo la información sobre volúmenes previamente autorizados y que puedan entrar en conflicto con la operación prevista.

Nota: Las intenciones de operar en espacios aéreos controlados deben ser objeto de una autorización ATC a través de la interfaz entre los sistemas ATM y UTM proporcionada por la Autoridad Competente.

3.2.1.1 Planificación de la Operación – “Fase Estratégica”

El operador transmite a través de su USS su intención de operar BVLOS, utilizando una interfaz puesta a su disposición por el proveedor. Sin embargo, las operaciones VLOS podrán ser solicitadas directamente a través de los medios puestos a disposición por la Autoridad Competente.

De ese modo, el operador proporciona la información de la planificación inicial a su USS, así como un área de operación, los puntos de interés y los tiempos (llegada, salida, ocupación, etc.). El USS a través del servicio de descubrimiento, identificará otros USS responsables de posibles operaciones en el área de interés y que entren en conflicto con la operación prevista, así como también solicitará la información sobre la intención de vuelo a otros operadores pertenecientes a su Red. Como resultado de esas interacciones, se obtendrán los volúmenes operacionales ya autorizados y que puedan entrar en conflicto con la operación prevista, siempre que el operador planifique la operación, evitando así los volúmenes operacionales ya existentes.

Si el volumen o segmento de volumen no entra en conflicto con ningún volumen operacional previamente autorizado, no se requerirá ninguna acción de planificación. Sin embargo, si existe algún conflicto entre los volúmenes, serán necesarias acciones con miras a solucionar el conflicto en “fase estratégica”, tales como: (a) ajustes a los límites laterales / verticales del volumen deseado; (b) ajuste temporal; o (c) ambos.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Si hay conflicto, como antes mencionado, los operadores podrán solucionar el conflicto de manera estratégica a través de la coordinación con otros operadores con la intermediación del USS.

Una vez finalizada la planificación por parte de los operadores, el USS pondrá a disposición, tan pronto como sea aceptado, el volumen operacional previsto a través de la Red USS.

3.2.1.2 Ejecución de la Operación

Una vez listo para realizar la operación, el piloto a distancia notificará a su respectivo USS, el cual pasará el estado del volumen solicitado a activado, difundiendo esta información a sus operadores de Red y a otros usuarios del sistema UTM, a través de la Red USS.

Al recibir la confirmación de estado "activado", el piloto a distancia iniciará la operación y el volumen permanecerá en esta condición, hasta que el mismo informe el final de la actividad o se agote el período informado durante la fase de planificación.

El piloto a distancia debe realizar la operación de acuerdo con el volumen activado, asegurando la separación entre su aeronave y los demás usuarios del espacio aéreo. El USS podrá ayudar al piloto a distancia a mantener el volumen autorizado, mediante la prestación del servicio de monitoreo de conformidad. Para ello, el piloto a distancia debe compartir, durante toda la operación, el posicionamiento de la aeronave con su USS.

Las operaciones en desacuerdo con la intención de vuelo previamente compartida tendrán su estado cambiado, por el respectivo USS, a "no conforme" y esta información se pondrá a disposición de todos los usuarios del sistema a través de la Red USS. Si la situación de incumplimiento afecta las operaciones tripuladas, el USS deberá alertar a la Autoridad Competente a través de la interfaz de la base de datos UTM. Además, el USS deberá alertar a la Autoridad en materia de fiscalización, quién administrará los recursos para determinar las causas de la desviación y de ser conducente a imponer la correspondiente sanción.

3.2.1.3 Fin de la Operación

Al ser informado por el piloto a distancia del final de la actividad, el USS cambiará el estado de la operación a "cerrada", compartiendo esta información con otros usuarios del espacio aéreo a través de la Red USS. Además, el fin de la operación puede ser considerada con el fin de la duración total prevista del vuelo informada en la planificación. Igualmente, el USS cambiará el estado de la operación a "cerrada", compartiendo esta información con otros usuarios del espacio aéreo a través de la Red USS.

3.2.2 Establecimiento de una Reserva de Volumen Prioritario (PVR) y sus Impactos Operacionales en el Entorno UTM.

Este escenario aborda la solicitud de una Reserva de Volumen Prioritario, con miras a dar respuesta a una situación de emergencia, así como los impactos operacionales en el entorno UTM.

Como premisa básica, el escenario considera que la solicitud de una PVR será realizada por un usuario con la Autoridad para hacerla, teniendo en cuenta la capacidad de aprobar la solicitud, de establecer el volumen

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

requerido y de distribuirlo a otros usuarios del sistema a través de la Red USS. El USS responsable de la solicitud de una PVR también notificará a la Autoridad Competente a través del medio disponible.

El USS comparte con la Autoridad Competente los detalles de la operación de emergencia, así como las restricciones derivadas del establecimiento de una PVR. Una vez en posesión de la información, la Autoridad Competente la comparte automáticamente a través de otros medios, con los demás usuarios del espacio aéreo. Como resultado del intercambio de información, todos los USS van a conocer el volumen prioritario establecido, identificando las operaciones (VLOS y/o BVLOS) potencialmente afectadas dentro de sus respectivas redes.

Una vez notificados sobre la activación del volumen prioritario, los usuarios afectados y los que ya se encuentran en operación, establecen las acciones necesarias para la resolución del conflicto. Las operaciones que aún no han iniciado sus actividades realizan modificaciones en base a las características del volumen prioritario; tales como la intención de vuelo y las respuestas de contingencia que violarían el espacio aéreo relacionado con el volumen prioritario.

Al finalizar la operación, el operador informa a su USS que a través de la Red USS, difundirá la información a otros usuarios del sistema y las operaciones que pudieran haber sido interrumpidas, pueden volver a la normalidad.

3.2.3 Interacción Entre UA (BVLOS) y las Aeronaves Tripuladas que Operan en VLL

Este escenario examina las diferentes posibilidades a través de las cuales las aeronaves no tripuladas, que son participantes del sistema UTM, pueden interactuar con las aeronaves tripuladas. El escenario se basa en la premisa de que las operaciones de BVLOS son cooperativas y proporcionan identificación electrónica e información de posicionamiento en tiempo real. Las aeronaves tripuladas operan de acuerdo con las reglas, procedimientos y regulaciones existentes.

3.2.3.1 Capacidad de Detección Basada en Equipos a Bordo de Aeronaves no Tripuladas

La aeronave no tripulada utilizará capacidades a bordo tal como los sensores visuales, con miras a hacer una busca en el entorno, procurando otros usuarios del espacio aéreo que puedan representar un riesgo para la operación.

Cuando se detecta un objeto cerca de la aeronave, los sistemas anticolidión de a bordo transmiten la información a la estación de piloto a distancia, alertando al piloto a distancia sobre el posible conflicto. En función de las características del objeto detectado tales como: (a) distancia; (b) velocidad, (c) trayectoria; y (d) actitud de vuelo, el piloto a distancia tomará las medidas adecuadas para mantenerse alejado. Además, el sistema anticolidión de a bordo puede estar programado previamente, con el fin de realizar las maniobras automáticamente, ante la detección de un objeto, especialmente en situaciones de pérdida del enlace de mando y control (C2).

3.2.3.2 Capacidad de Detección Basada en Equipos Terrestres

En este escenario, un proveedor emplea una estructura terrestre para detectar e identificar los objetos a través de

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

los sensores (radar) o para recibir las señales transmitidas por las aeronaves cooperativas (ADS-B/SSR). Aunque es posible que los operadores configuren este equipo individualmente, la estructura necesaria para soportar la escalabilidad de las operaciones BVLOS requiere que el servicio sea proporcionado por terceros, ya sea un USS o un Proveedor de Servicios de Datos Suplementarios (SDSP).

El sistema de tierra, gestionado por el USS/SDSP, detecta e identifica una aeronave en vuelo y así automáticamente, los USS pertenecientes a la Red del Proveedor, tienen acceso a esta información. Con la información del USS/SDSP, los USS son capaces de identificar, en su Red, las intenciones y/o operaciones que ya están en curso y que necesitarán conocer sobre la aeronave detectada. Una vez identificadas las intenciones y/o las operaciones en curso, los USS envían mensajes/alertas a sus operadores y/o los pilotos a distancia afectados, quienes son responsables de las acciones necesarias para mantener la seguridad de las operaciones.

3.2.3.3 Equipo a Bordo Cooperativo de las Aeronaves

En este escenario, los operadores UAS utilizan dispositivos capaces de interactuar con los equipos de a bordo de las aeronaves tripuladas, como el ADS-B. El equipo puede transmitir/recibir los datos (ADS-B OUT / IN) o solo puede recibir la información (ADS-B IN).

Durante la operación, los sistemas de a bordo obtienen la información sobre la aeronave equipada en las proximidades del volumen utilizado, transmitiéndola al piloto a distancia a través de la estación de piloto a distancia (RPS). Con esta información en la mano, el piloto a distancia aplica las medidas adecuadas si es necesario, para mantenerse alejado de la aeronave tripulada.

Si la aeronave no tripulada interactúa activamente, capaz de transmitir datos (ADS-B OUT), el equipo de la aeronave tripulada (ADS-B IN) capturará esta información y la retransmitirá al piloto, permitiéndole permanecer libre de operaciones no tripuladas de acuerdo con las normas vigentes.

3.2.3.4 Participación Pasiva Voluntaria de las Aeronaves Tripuladas en el sistema UTM

En este escenario, los operadores de las aeronaves tripuladas, que operan en el entorno UTM, utilizan voluntariamente los servicios prestados por un USS o SDSP, teniendo acceso, entre otras cosas, a datos relacionados con las operaciones previstas, así como a volúmenes activos y en el área de interés. La información recibida proporcionará al piloto, al planificar su vuelo o durante su ejecución, una mayor conciencia situacional del espacio aéreo involucrado, evitando así posibles conflictos con otros usuarios del espacio aéreo. Al tratarse de una participación pasiva, se asume que el piloto de la aeronave tripulada no proporciona ninguna información a su USS.

NOTA: Las operaciones VLOS pueden participar en el sistema UTM de forma pasiva y en las mismas condiciones establecidas para la aviación tripulada. El operador UAS podría hacer uso de la información disponible en la Red del USS, sin embargo, sin compartir su propia información con otros usuarios del sistema.

3.2.3.5 Participación Voluntaria Activa de las Aeronaves Tripuladas en UTM

Los operadores de las aeronaves tripuladas que no tengan un equipo a bordo capaz de interactuar con las aeronaves no tripuladas de manera cooperativa pueden optar por participar activamente en el sistema UTM, compartiendo su propia intención de operar, a través de la Red USS. La participación permite a otros usuarios del sistema UTM tomar en consideración la intención de la aeronave tripulada y comprender las limitaciones de esta aeronave en relación con la coordinación con otros usuarios del sistema. El intercambio de información durante la fase de planificación se considera estratégico y refleja lo propuesto en el escenario 1, punto 3.2.1.

3.2.4 Interacción Entre los Operadores UAS y los Responsables de Zonas Restringidas

Este escenario abordará la flexibilización del uso del espacio aéreo a través de la interacción entre las partes interesadas, permitiendo el uso de una zona restringida temporalmente, sin infringir la seguridad de las operaciones.

Los operadores de UAS que necesitan utilizar una zona restringida, que esté activada temporalmente, deberán solicitar a través de su USS, la gestión de los conflictos entre las actividades involucradas.

Las zonas restringidas que no estén permanentemente activadas estarán disponibles en la fase de planificación (fase estratégica) y podrán formar parte de la ruta prevista, siempre que su activación no sea registrada previamente por el responsable del área.

Los responsables de las zonas restringidas temporalmente deberán poner a disposición del sistema UTM la información relacionada con su activación. Esta información hará que el espacio aéreo restringido no esté disponible para otros usuarios, durante la fase de planificación del vuelo.

Los responsables de un área restringida temporal, cuya activación hayan sido informada al sistema UTM, deberán ingresar previamente la información sobre el uso del área (actividad efectiva), la cual servirá de base para la gestión de conflictos.

NOTA 1: La interacción entre el responsable del área restringida temporal y el sistema UTM podrá ser regulada por la Autoridad Competente, de acuerdo con las especificaciones locales.

NOTA 2: La Autoridad Competente podrá establecer la prioridad relacionada con la información de activación, así como el uso efectivo de las zonas restringidas, con base en las especificidades locales.

El USS, en posesión de esta información relacionada con la zona restringida y las características de la operación prevista por su operador de UAS, podrá gestionar el conflicto, garantizando la seguridad de las operaciones.

4 Implementación UTM

4.1 Generalidades

El sistema ATM, concebido hace más de siete décadas, es un entorno extremadamente conservador, muy bien reglamentado, con roles y responsabilidades muy bien definidos. La inserción de un nuevo ingreso a este ecosistema requiere, por parte de las autoridades, una cuidadosa evaluación de riesgos y posterior propuesta de acciones mitigadoras. Por lo tanto, para que la implementación completa del sistema UTM y la posterior interoperabilidad con el entorno ATM sea posible, es necesario un enfoque paso a paso, con la participación de todas las partes interesadas. En este sentido, es necesaria una cooperación entre las autoridades, la industria y la comunidad UAS, con miras al desarrollo en espiral del sistema UTM.

El concepto de espiral establece que cada ciclo generará un prototipo ligeramente diferente al anterior, consistente en una versión más sofisticada del sistema. Desde la perspectiva de la implementación del sistema UTM, se puede decir que cada ciclo generará un escenario con mayor complejidad que el antecesor, ya sea aumentando la densidad y distribución del tránsito aéreo, inserción de nuevos servicios o una combinación de ambos. Las pruebas y las evaluaciones iniciales están relacionados con operaciones de baja complejidad, permitiendo construir los conceptos y requerimientos operacionales de mayor complejidad, en base a la madurez establecida a lo largo de todo el proceso. Cada nuevo ciclo de desarrollo está diseñado para madurar la arquitectura del sistema UTM para admitir una variedad de operaciones UAS, que van desde las aeronaves pilotadas de forma remota hasta las operaciones totalmente autónomas.

El enfoque en espiral del desarrollo del sistema UTM tiene una serie de ventajas. En primer lugar, el uso de entornos menos complejos, donde la utilización de recursos actual satisface los requisitos de seguridad y simplifica el proceso de implementación. En segundo lugar, el desarrollo del sistema UTM de acuerdo con la escala de complejidad permite servicios escalables, flexibles y adaptables, en función de las características presentadas, sin tener en cuenta el enfoque de estructura única. El proyecto UTM debe ser capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías, ya sean terrestres o aéreas, además de permitir formas de interacción más avanzadas, a través de sistemas interoperables capaces de intercambiar información y datos digitales. Finalmente, el sistema UTM debe satisfacer una demanda diversificada de operaciones, modelos de negocio, aplicaciones y tecnologías UAS, así como apoyar operaciones seguras y eficientes, de manera integrada con la aviación tripulada y sin dañar el entorno ATM, asegurando un acceso justo y equitativo al espacio aéreo.

4.2 Transición Hacia la Implementación del sistema UTM

El Doc. 9854 [7] – Concepto Operacional de Gestión del Tránsito Aéreo Mundial - ofrece una guía particularmente aplicable al UTM a través de los objetivos planteados y de la identificación de necesidades del sistema. La implementación es un proceso evolutivo y continuo.

Sus principios rectores coinciden con las consideraciones del presente CONOPS UTM:

- a) seguridad operacional;

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

- b) seres humanos;
- c) tecnología;
- d) información;
- e) colaboración; y
- f) continuidad.

Las expectativas de los involucrados son el motor creativo y evolutivo hacia un producto dinámico, que acepta los cambios mientras madura, basado en la seguridad operacional, metas comerciales, análisis de costo/beneficio, sustentabilidad y de forma participativa en el seno de su comunidad. El alcance de metas responderá a un exitoso intercambio de experiencias adquiridas en las Regiones, asegurando compartir datos e información oportuna tendiente a evitar aquellas experiencias negativas o de bajo impacto hacia un progreso sostenido. Por ende, el resultado final depende de un programa Regional definido, con metas claras, revisiones constantes para conducir hacia un sistema armónico con las necesidades y oportunidades.

Como complemento a esta idea conceptual, el Doc. 9882 [9] – Manual sobre Requisitos del Sistema de Gestión del Tránsito Aéreo, junto al Doc. 9883 [10] - Manual sobre Performance Mundial de Sistema de Navegación Aérea, responden en forma aplicable a la implementación y la transición hacia el sistema UTM, puesto que los principios y conceptos descritos en ellos aportan un enfoque totalmente armónico con la arquitectura propuesta en el presente CONOPS.

Conceptos como el enfoque basado en el rendimiento (PBA) y sus principios:

- a) concentración en los resultados deseados o requeridos mediante la adopción de objetivos y metas de rendimiento;
- b) toma de decisiones informadas, motivadas por los resultados deseados o requeridos; y
- c) toma de decisiones basada en hechos y datos.

Estos Conceptos conllevan a la aplicación metódica de una serie de pasos bien definidos como: el registro de indicadores (KPI), el uso de métricas como apoyo consistente a los datos, evaluación del progreso en el logro de objetivos, establecer metas de rendimiento, identificar brechas, seleccionar los factores decisivos para alcanzar el rendimiento meta, determinar soluciones para explotar oportunidades y resolver problemas e incluso aplicar soluciones. Un proceso cíclico y flexible, permitiendo innumerables revisiones hacia el alcance de nuevos o mejores objetivos.

Por último, el Doc. 9750 [11] - Plan Mundial de Navegación Aérea, nos invita a diseñar la implementación del UTM utilizando la Metodología de Actualización de Bloques del Sistema de Aviación (ASBU), sobre la cual se establecerán metas de avances y se fijarán fechas de ejecución o alcance, conservando así el principio dinámico y evolutivo del sistema.

Un nuevo conjunto de bloques para el UTM se debe considerar para definir las fases de implementación. Estas fases deben definir etapas puntuales hacia el logro de metas. Para ello, cada Estado dentro de la Región deberá ofrecer datos e información de forma participativa tales como:

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

- a) necesidades técnicas y operativas identificadas;
- b) medición de demanda/capacidad;
- c) evaluación de la rentabilidad;
- d) cuantificación de la eficiencia del sistema UTM;
- e) posibles impactos del sistema UTM en el medio ambiente;
- f) niveles de flexibilidad del entorno UTM;
- g) niveles de armonización con prácticas globalmente consolidadas;
- h) niveles de participación de la comunidad UTM;
- i) niveles predictibilidad;
- j) indicadores de seguridad operacional; y
- k) indicadores de seguridad de la aviación.

Es indefectible la influencia de la realidad socioeconómica y política de cada Estado como parte de la Región. Identificar estas brechas y acordar un modelo desinteresado hacia el logro de metas y objetivos de manera mancomunada, a través de planes, proyectos de apoyo y cooperación mutua, aparece como un nuevo reto hacia la armonización en la Gestión del Tránsito no Tripulado a nivel regional y mundial. Resulta entonces indispensable poner a disposición la experiencia obtenida por aquellos Estados alcanzados por una gran demanda de operaciones de aeronaves no tripuladas, cuya realidad les ha incentivado a evolucionar aceleradamente para encarar los nuevos desafíos. Tal experiencia ofrece un camino asertivo hacia un producto de excelencia y constantemente evolutivo. La estandarización regional sobre los procedimientos, reglamentos, servicios, herramientas y tecnologías deben formar parte de la agenda hacia la implementación del sistema UTM.

4.3 Iniciativas Latinoamericanas

Para enfrentar el enorme desafío de la industria aeronáutica no tripulada, las autoridades latinoamericanas han estado trabajando para promover de manera segura la integración completa de esta tecnología en la aviación tradicional. Algunos Estados de la Región ya cuentan con iniciativas que se aplican de manera aislada y que buscan satisfacer la demanda interna.

Como ejemplo, se puede citar a Brasil, un Estado que viene impulsando el sector de la aviación no tripulada desde 2009. En este sentido, las autoridades brasileñas, principalmente la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) y el Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA), han emitido autorizaciones especiales, con base en el Art. 8 ° Convenio de Chicago [12], con miras a promover el sector sin, sin embargo, comprometer la seguridad de otros usuarios del espacio aéreo, personas y propiedades en tierra.

En un principio, el acceso al espacio aéreo brasileño por aeronaves no tripuladas se realizaba a través de un proceso manual, lo que podía tardar semanas. El primer paso del proceso consistía en obtener de la ANAC una autorización para operar. Una vez recibida la documentación, el operador iniciaba el proceso de solicitud de acceso al espacio aéreo con el DECEA, adjuntando el documento emitido por la ANAC. Cada solicitud realizada era analizada por expertos de ambas autoridades brasileñas, lo que hizo con que el proceso requiriera mucho tiempo como resultado de las regulaciones.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Sin embargo, con el aumento de la demanda, se percibió que el procedimiento manual no cumpliría, de manera escalable, con las solicitudes de acceso al espacio aéreo por parte de aeronaves no tripuladas. Así, el DECEA, el principal ANSP brasileño, inició el desarrollo de un sistema, cuyo principal objetivo era agilizar el proceso de autorización de acceso al espacio aéreo, sin comprometer la seguridad de otros usuarios, personas y propiedades en la tierra.

Como resultado, al final del año 2016, el DECEA lanzó el Sistema SARPAS [13], como parte de su Programa Estratégico SIRIUS. Considerado el precursor del sistema UTM brasileño (BR-UTM), el SARPAS [13] es un sistema monolítico basado en una plataforma web, que revolucionó el proceso de solicitud de acceso al espacio aéreo, a través de servicios prestados al operador, tales como: a) registro de aeronaves y pilotos; b) interfaz de planificación de vuelos; c) reglas de acceso al espacio aéreo brasileño; y d) zonas de vuelo prohibidas.

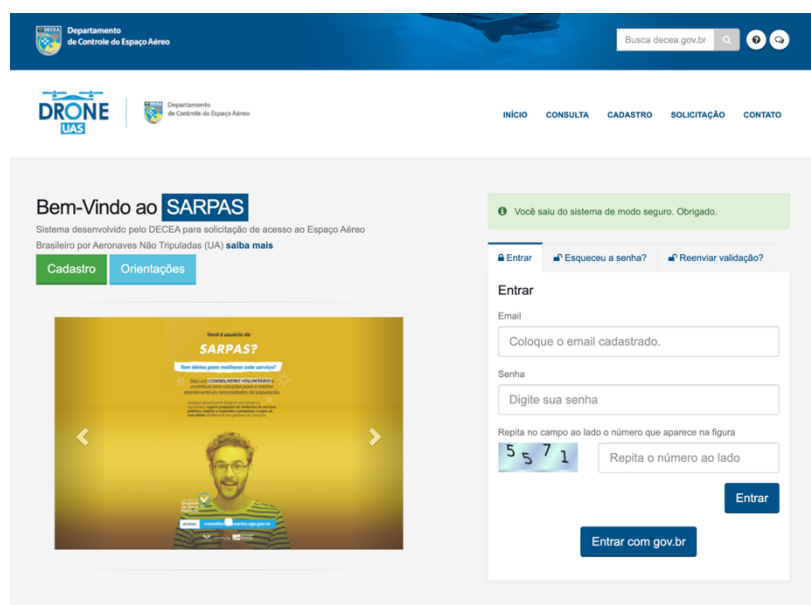


Ilustración 6 - SARPAS [13]

Además, en el año 2017 la ANAC puso a la disposición el Reglamento de Aviación Civil Brasileño número 94 (RBAC-E94) [14], que establece los requisitos generales para aeronaves no tripuladas para uso civil. Con la llegada del RBAC-E94 [14], la Agencia lanzó el Sistema de Aeronaves No Tripuladas (SISANT) [15], que permite al operador realizar, en línea, el registro de aeronaves no tripuladas que estaban destinadas a operaciones VLOS, hasta 400 ft AGL y con un peso máximo de despegue no superior a 25 kg.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

| | | |
|---|---|---|
|  | REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL NATIONAL CIVIL AVIATION AGENCY |  |
| CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE – NON-RECREATIONAL | | |
| Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até 04/11/2023 , salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira. <i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 11/04/2023, unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i> Operador (Operator) DRONE-ZXC CNPJ (document): XXX.XXX.XXX.XX | Nº do cadastro (Inscription Number): PP-ZZZZZZ Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade (Business): Aerofotografia Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Phantom 4 Pro Nº de série (Serial Number): OAXDDCHOA20273 Peso máximo de decolagem (MTOW): 1,40 kg Foto (Picture):  | |
| O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator. | Informações adicionais (additional information): | |

Ilustración 7 - SISANT [15]

Después de que las autoridades brasileñas pusieron en marcha los sistemas, el proceso de acceso al espacio aéreo, que antes podía tardar semanas, ahora toma de 45 (cuarenta y cinco) minutos a 18 (dieciocho) días, dependiendo de las características de la operación, tales como: a) tipo de vuelo – al alcance visual (VLOS) o más allá del alcance visual (BVLOS); b) altura de vuelo prevista; y c) distancia de los aeródromos.

Para ello, el sistema SARPAS [13] compara la información proporcionada por el operador, durante la planificación del vuelo, con la normativa vigente y decide si la autorización será emitida automáticamente o debe ser realizada por un experto en espacio aéreo, mediante análisis ATM. Si la solicitud necesita ser evaluada por un especialista en gestión del espacio aéreo y no es necesario emitir un NOTAM, la autorización puede emitirse dentro de 2 (dos) días, y en 18 (dieciocho) días si es necesario emitir la notificación.

Inmediatamente después del lanzamiento del SARPAS [13], el número de solicitudes de acceso al espacio aéreo por aeronaves no tripuladas aumentó significativamente de solo unas pocas docenas a más de 19.000 (diecinueve mil solicitudes) en 2017, como se muestra en la ilustración 8.

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

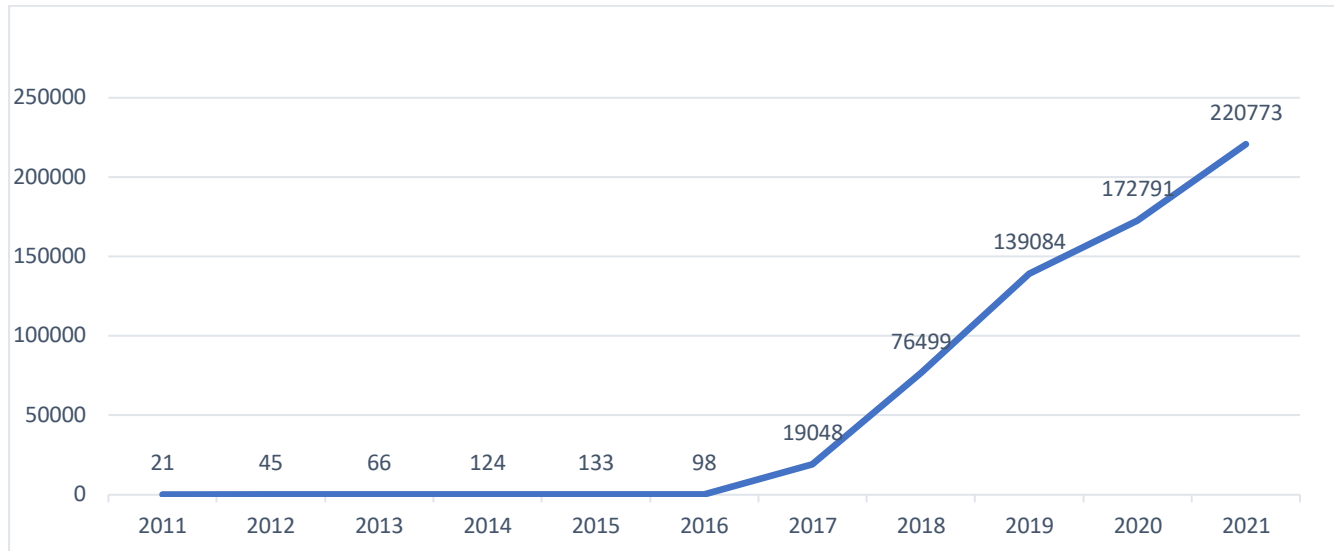


Ilustración 8 - Solicitudes de acceso al espacio aéreo

Después de casi 5 (cinco) años y más de 600.000 (seiscientas mil) solicitudes de acceso al espacio aéreo, se actualizó el SARPAS y se le dio el nombre de SARPAS NG [16]. Como se muestra en la ilustración 9, la principal modificación consistió en la división del sistema inicialmente monolítico en dos subsistemas: el *backend*, llamado ECO-UTM [17] y el *frontend*, llamado SARPAS NG [16], este considerado el primer USS del sistema UTM brasileño. A diferencia de lo SARPAS [13] anterior, el SARPAS NG [16] pasó a permitir a los USS potenciales a conectarse al ECO-UTM [17] a través de la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API), bajo las reglas establecidas por el DECEA.

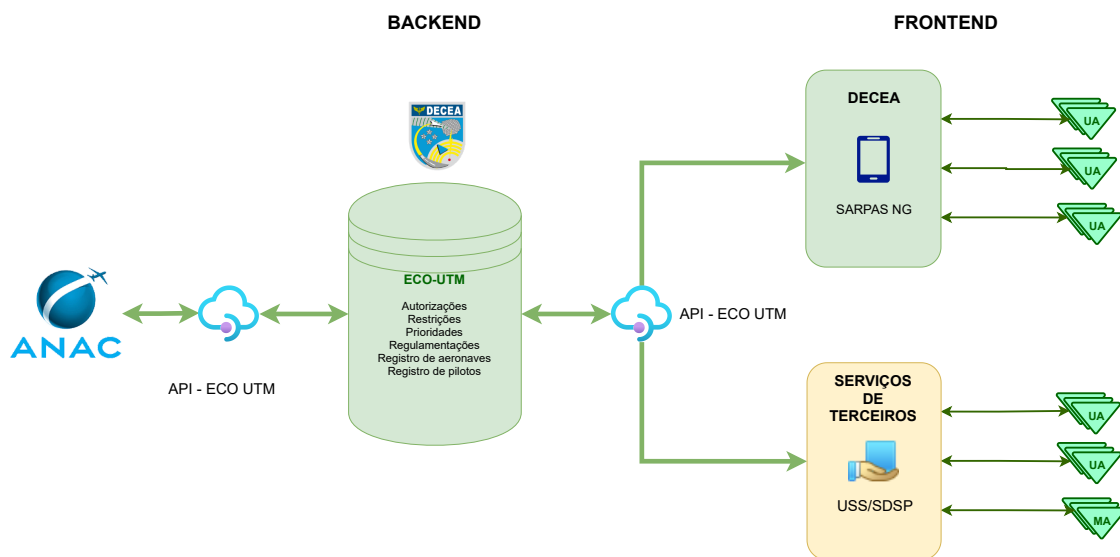


Ilustración 9 - Nueva estructura del sistema SARPAS [16]

CONCEPTO DE OPERACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO DE UAS

Durante el año 2021, el DECEA ha puesto a disposición de los usuarios la versión beta del SARPAS NG [16], considerado el primer proveedor de BR-UTM. El objetivo principal de esta estrategia fue ofrecer a la comunidad la posibilidad de brindarle al DECEA la retroalimentación sobre las nuevas funciones disponibles, incluido el conflicto estratégico, que no estaba disponible en la versión anterior del sistema.

Para las pruebas relacionadas con las nuevas funcionalidades del SARPAS NG [16], se invitó a los operadores a interactuar con el sistema, alimentando al DECEA de información sobre los resultados obtenidos, así como los posibles obstáculos encontrados. Para ello, el DECEA brindó un enlace específico a través del cual los interesados pueden participar con opiniones y/o sugerencias sobre la nueva generación del sistema SARPAS [13]. A partir de las propuestas presentadas se crearán eventos de integración con la industria y se hará la investigación para consolidar los conceptos, las aclaraciones sobre integración y los eventos de pruebas de uso.

5 Bibliography

- [1] FAA, 2 March 2020. [Online]. Available: https://www.faa.gov/uas/research_development/traffic_management/media/UTM_ConOps_v2.pdf.
- [2] ICAO, "UTM FRAMEWORK," 2020. [Online]. Available: <https://www.icao.int/safety/UA/Documents/UTM%20Framework%20Edition%203.pdf>.
- [3] "SESAR," 2019. [Online]. Available: <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/u-space/CORUS%20ConOps%20vol2.pdf>.
- [4] ICAO, "ANNEX 2," July 2005. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/annex-2-rules-of-the-air>.
- [5] ICAO, "ANNEX 19," July 2016. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/annex-19-safety-management>.
- [6] JARUS, "SORA," 30 January 2019. [Online]. Available: <http://jarus-rpas.org/content/jar-doc-06-sora-package>.
- [7] ICAO, "DOC 9854," 2005. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/global-air-traffic-management-operational-concept-doc-9854>.
- [8] ASTM, 1 December 2019. [Online]. Available: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20F3411&item_s_key=00801293.
- [9] ICAO, "DOC 9882," 2008. [Online]. Available: <https://www.icao.int/airnavigation/IMP/Documents/Doc%209882%20-%20Manual%20on%20ATM%20Requirements.pdf>.
- [10] ICAO, "DOC 9883," 2009. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/manual-on-global-performance-of-the-air-navigation-system-doc-9883>.
- [11] ICAO, "DOC 9750," 2016. [Online]. Available: <https://www.icao.int/airnavigation/documents/ganp-2016-interactive.pdf>.
- [12] ICAO, "DOC 7300," 2006. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/convention-on-international-civil-aviation-doc-7300>.
- [13] DECEA, "SARPAS," [Online]. Available: <https://servicos.decea.mil.br/sarpas/>.
- [14] ANAC, "RBAC-E94," 02 May 2017. [Online]. Available: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-01>.
- [15] ANAC, "SISANT," [Online]. Available: <https://sistemas.anac.gov.br/sisant>.
- [16] DECEA, "SARPAS NG," [Online]. Available: <https://servicos.decea.mil.br/sarpas/#beta>.
- [17] DECEA, "ECO-UTM," [Online]. Available: <https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/o-que-e-o-eco-utm/>.
- [18] ICAO, "DOC 10019," February 2015. [Online]. Available: <https://store.icao.int/en/manual-on-remotely-piloted-aircraft-systems-rpas-doc-10019>.
- [19] ICAO, "GRAIN_CONOPS_DRAFT," 2019. [Online]. Available: https://portal.icao.int/TFSG/Library/Global_resilient_aviation_network_conops_final_draft_conference.pdf.