

## Capítulo 4

---

# Líneas de acción como estrategia para mitigar y reducir la accidentabilidad ART Scan Eagle

Diana del Pilar Aponte Castro\*  
Andrés Mauricio Palacios Silva\*\*

---

\* Magíster en Ciencias Militares Aeronáuticas de la Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana. Correo electrónico: dianaapontecastro@gmail.com; diana.aponte@fac.mil.co

\*\* Magíster en Ciencias Militares Aeronáuticas de la Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana. Correo electrónico: palaciosandres@hotmail.com

## CÓMO CITAR

Aponte, D., & Palacios, A. (2021). Líneas de acción como estrategia para mitigar y reducir la accidentabilidad ART Scan Eagle. En R. Mezú (Ed.), *Gaviotas de luces. Un aporte desde la investigación formativa a las ciencias militares aeronáuticas en Colombia* (pp. 147-180). Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana.

**Colección Ciencia y Poder Aéreo N.º 17**

**GAVIOTAS DE LUCES**

*Un aporte desde la investigación formativa  
a las ciencias militares aeronáuticas en Colombia*

### **CAPÍTULO 4.**

**Líneas de acción como estrategia para mitigar  
y reducir la accidentabilidad ART Scan Eagle**

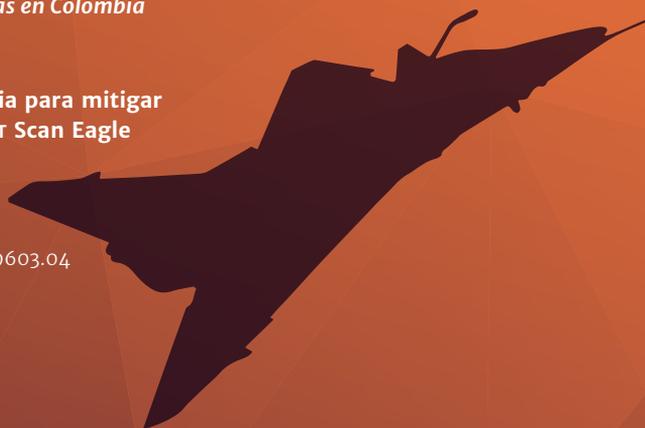
ISBN: 978-958-53696-0-3

E-ISBN: 978-958-53696-1-0

<https://doi.org/10.18667/9789585369603.04>

Bogotá, Colombia

Noviembre, 2021



## RESUMEN

La reducción efectiva de los eventos no deseados en la operación de las aeronaves remotamente tripuladas (ART) Scan Eagle en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), está directamente conectada con el valor institucional de la seguridad operacional, por lo que desde el 2013 hasta el 2016 se aplicó la metodología de la investigación, análisis, valoración y selección de datos mediante la cual se ha logrado identificar los accidentes e incidentes que se presentaron; así como permitió analizar las causas y los factores de la accidentabilidad de las aeronaves, arrojando como resultado el impacto e incidencia de cada uno de los factores que están inmersos de manera directa o indirecta en la ocurrencia de los eventos no deseados en la operación de dichas aeronaves, donde el factor humano tuvo el 36 % de incidencia, seguido del factor técnico con el 33 % y el factor operacional con el 31 %. Para contribuir a la mitigación y reducción de los eventos no deseados en seguridad operacional, este artículo propone cuatro líneas de acción como estrategia para la toma de decisiones, que permitan contribuir de manera directa al aumento de las pautas de calidad vigentes en la institución, de acuerdo con el Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial, que implica una acertada toma de decisiones al ejecutar las operaciones aéreas de las Scan Eagle permitiendo que estas aeronaves operen de manera más segura y eficiente.

## PALABRAS CLAVE

Accidentalidad; incidentes; aeronaves remotamente tripuladas; eventos no deseados; Scan Eagle; seguridad; operaciones aéreas.

La aviación militar en el mundo ha mostrado una gran evolución con el pasar de los años. El uso de tecnología de vanguardia en las operaciones aéreas ha marcado la diferencia en el teatro de operaciones. Un adelanto de esa tecnología fue la creación de lo que hoy se conoce como Aeronaves Remotamente Tripuladas (ART), que tienen como fin principal reducir la pérdida de vida de los pilotos militares en el teatro de operaciones y su exposición a misiones con elevados riesgos por causas meteorológicas, topografía del terreno, amenazas terroristas y sistemas integrados de defensa aérea, entre otros.

Las ART son un nuevo mecanismo disponible en el medio aeronáutico, basado en el uso de tecnología de última generación que permite que, desde una estación remota en tierra se controle la aeronave sin necesidad de tener un piloto a bordo. Esta característica la hace una tecnología muy deseable en un ambiente aeronáutico, por su aplicación y operación en la aviación civil y militar.

Para estar a la vanguardia en el empleo de nuevas tecnologías en las operaciones aéreas y como estrategias enfocadas a combatir las amenazas del conflicto armado interno y las intimidaciones emergentes, la FAC adquirió las ART en el 2005, con una cesión del Gobierno de los Estados Unidos a través de la Oficina de Asuntos Regionales (ORA). Su empleo se enfocó en la realización de misiones de reconocimiento, inteligencia y vigilancia en diferentes partes del territorio colombiano para el desarrollo de operaciones militares.

El empleo de estas aeronaves en diferentes operaciones aéreas permitió reducir el accionar de grupos terroristas al margen de la ley, incluso sirvieron en la vigilancia de oleoductos en diferentes partes del territorio colombiano, como lo presenta el estudio realizado por el Ministerio de Defensa (MINDEFENSA) en el 2016, que analiza la implementación y eficacia de la política de seguridad del Gobierno. De acuerdo con los lineamientos del comandante de la FAC, estas aeronaves se estarían proyectando para su operación en misiones del posconflicto en Colombia por su versatilidad (FAC, 2016).

En el 2010 se inició la operación del Scan Eagle en misiones relacionadas con el conflicto armado interno en Colombia. La FAC demostró la eficacia de las aeronaves con un número significativo de resultados operacionales, pero al mismo tiempo se vio reflejada la alta accidentabilidad y el incremento de los eventos de seguridad (IGEFA, 2015). Al revisar la operación de

las ART Scan Eagle desde el 2013 hasta el 2016 —desde el punto de vista de seguridad en las operaciones aéreas— se identificó la ocurrencia de 104 eventos que impactaron de manera negativa y afectaron directamente la seguridad (IGEFA, 2015). A partir de la llegada de los sistemas ART se ha recibido en la institución 77 aeronaves, de las cuales el 40 % se ha accidentado; el mayor número de accidentes sucedidos ocurrieron en la primera fase de implementación de los sistemas ART (IGEFA, 2015).

Ante tal evidencia y teniendo en cuenta que la FAC se concentra en generar nuevas estrategias y lineamientos para la reducción de la ocurrencia de estos eventos, y así mantener altos índices y estándares de seguridad en las operaciones aéreas, se debe investigar, analizar y formular lineamientos de forma eficaz con el fin de plantear posibles cursos de acción que contribuyan al mejoramiento continuo en las operaciones aéreas y en las diferentes misiones de la FAC. Asimismo, esto debe posibilitar la toma de decisiones a la Jefatura de Operaciones Aéreas y a la Dirección de ART, orientadas a la mitigación y reducción de estos accidentes e incidentes en las operaciones de las ART Scan Eagle (Manual de Calidad de la FAC, 2016).

En ese sentido, lo que se plantó analizar en esta investigación es cuáles fueron los lineamientos necesarios como estrategia en la toma de decisiones para mitigar y reducir las causas de accidentabilidad en la operación de las ART Scan Eagle, con el fin de que sean más seguras y eficientes para la FAC, a partir de la identificación y análisis de los Eventos de Seguridad Operacional (EVESOS) de operación desde el 2013 hasta el 2016.

Este artículo pretende ilustrar e identificar los eventos no deseados en seguridad que le han ocurrido a los Scan Eagle de la FAC desde el 2013 hasta el 2016, para contribuir en la creación de nuevas herramientas en la escuela de ART, partiendo de unas líneas de acción como estrategia en la toma de decisiones y, simultáneamente, fortalecer la doctrina operacional de la Dirección de ART y la Jefatura de Operaciones Aéreas a fin de mitigar el riesgo y reducir la accidentabilidad en la operación de estas aeronaves.

Esta es una investigación cualitativa, con un enfoque descriptivo transversal. Además de esta introducción y de las consideraciones finales, este artículo se desarrolla en tres partes. En la sección siguiente se elabora el marco teórico, conceptual y legal para la investigación. Posteriormente se presenta la metodología de investigación a partir de la recopilación y análisis de los EVESOS en las operaciones de las ART Scan Eagle

en el periodo mencionado. Por último, se analizan los resultados a través de la metodología HFAC y la realización taxonómica de la información, en la que se obtienen datos relevantes para la construcción de los lineamientos propuestos.

## La estrategia y las decisiones

Mintzberg (1998) menciona unas pautas desde el planeamiento de una estrategia y cómo debe focalizarse en el cumplimiento de una meta, contemplando una serie de estrategias, las cuales son unas líneas de acción más concretas para poder llevarlas a su éxito final. Por eso se hace referencia a

Estrategia militar: planes de acción diseñados para alcanzar la victoria en un conflicto bélico teniendo en cuenta diferentes variables. Estrategia empresarial: patrones o estamentos que una empresa debe asumir para lograr los mayores beneficios. Estrategias de enseñanza y aprendizaje: técnicas que ayudan a mejorar el proceso educativo (p. 83).

Según Hernández (2014), todas las decisiones que se tomen son diferentes de acuerdo con el momento, modo, tiempo y lugar, por ende, sus consecuencias también. Al momento de tomar decisiones se debe tener en cuenta su influencia en la organización y el nivel jerárquico al que está orientada. Desde este planteamiento las decisiones se pueden definir así:

- Decisiones estratégicas: tomadas por los altos mandos o directivos (comando y jefaturas en la FAC). Se enfocan en las relaciones entre la institución y su entorno. Tienen gran influencia debido a que afectan de manera directa a la organización; estas son a largo plazo y se relacionan directamente con el desempeño de la empresa, por lo que necesitan gran análisis y juicio.
- Decisiones operativas: tomadas por el personal del nivel más bajo de la organización, relacionadas con las actividades del día a día de la empresa (grupos de combate, tácticos y operativos).
- Decisiones tácticas: enfocadas al personal del nivel medio de la organización; pueden ser repetitivas en el tiempo (unidades, grupos aéreos y componentes aéreos de la FAC).

## Las Aeronaves Remotamente Tripuladas

Para establecer las estrategias que faciliten la toma de decisiones y que estas acciones, a su vez, impliquen la mitigación de la accidentabilidad de las aeronaves no tripuladas, se debe entender cómo funciona e interactúa una ART. Estos son algunos de los conceptos más relevantes:

- Para la Administración Federal de Aviación (FAA, por sus siglas en inglés), una aeronave no tripulada (UAV, por sus siglas en inglés) “es aquella operada sin la posibilidad de directa intervención humana desde el interior o en la aeronave” (FAA, 2016, part. 23).
- Según la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2015, p. 8), los drones son considerados como “aeronaves de ala fija o rotatoria que no requieren de un piloto a bordo para su operación”. El término para este caso en particular solo hace énfasis en la aeronave y no a todo el sistema necesario para su uso y empleo, ejemplo: antenas de comunicación, sistema de control y navegación, *software*, etc. Debido a ello, la OACI mediante la Circular 328 del 2005, da origen a la nueva designación para dichas aeronaves y crea el nombre de los Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS, por sus siglas en inglés) (p. 23).
- La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC) hace referencia al término de RPA que “es una aeronave pilotada a distancia que cuenta con su estación o 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 (Subconjunto de UAS)” (Aerocivil, 2015, p. 6).

Las aeronaves que se vuelan desde sitios remotos deben tener una clasificación y distinción (Austin, 2010):

- Aeronave radio controlada de aeromodelismo: su uso es únicamente deportivo y debe permanecer a la vista del operador para poder guiarlo.
- Dron: vuela fuera del alcance visual de su operador, no tiene capacidad de toma de decisiones y solo vuela según la ruta y misión previamente programadas. No posee medios de comunicación con otras aeronaves

y los datos del vuelo solo se pueden analizar cuando el dron llega de nuevo a su punto de recuperación.

- UAV/RPAS/ART: tiene capacidad de toma de decisiones en tiempo real, gracias a la comunicación directa con su controlador por los diferentes dispositivos que tienen abordo, cámara, sensores, etc.

De acuerdo con la clasificación mundial de las ART (NATO,2010), descrita en la OACI, se clasifican así:

**Tabla 1.** Guía de clasificación para las ART en el mundo

Clase	Categoría	Empleo	Altitud de operación	Radio de alcance	Comandante principal	Plataforma
Clase I (menor a 150 kg)	Pequeño>20 Kg	Unidad táctica (emplea sistema de lanzamiento)	Superior a 5K pies AGL	50 km (línea de vista)	BN Regt, BG	Hermes 90 Luna
	MINI2-20Kg	Sub unidad táctica (lanzamiento manual)	Superior a 3K pies (línea de vista)	25 km (línea de vista)	Coy-Sqn	Aladín DH3 DRAC Eagle Raven Scan Skylark StrixT-Hawk
	MICRO<2 Kg	Táctico (un solo operador)	Superior a 200 pies AGL	5 Km (línea de vista)	PI, Sect	Black widow
Clase II (150 Kg a 600 Kg)	Táctico	Formación táctica	Superior a 10.000 pies AGL	200 Km (línea de vista)	Teatro COM	Aerostar Hermes 450 View 250 Ranger Sperwer
Clase III (más de 600 Kg)	Ataque/ Combate	Estratégico/ Nacional	Superior a 65.000 pies	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	Teatro COM	
	Hale (alta altitud/ prolongada persistencia)	Estratégico/ Nacional	Superior a 65.000 pies	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	Teatro COM	Global Hawk
	Male (altitud media/ prolongada persistencia)	Teatro operacional	Superior a 45.000 pies MSL	Ilimitado (fuera de la línea de vista)	JTF COM	Predator B Predator A Harfang Heron TP Hermes 900

Fuente: *Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO (2010)*.

Las ART Scan Eagle de fabricación americana (empresa Insitu-Boeing), se clasifican como un UAV clase 1 categoría mini y sus características principales son:

- Techo operacional de 19.400 pies.
- Velocidad crucero de 60 nudos.
- Altura de operación de 5.000 pies *above ground level* (AGL).
- Rango de alcance de 60 millas (100 km) por línea de vista (LOS), posee una cámara.
- Electro óptico e infrarroja Alticam 600-6.000, resolución 640 x 480, Zoom 36X.
- Sistema de navegación por sistema de posicionamiento global (GPS).
- Sistema de despegue a través de un lanzador.
- Sistema de aterrizaje que se realiza a través de enganche denominado *Skyhook* (portátil).

Es imperativo conocer cómo funcionan las ART y la interacción con cada uno de sus componentes. Todos los UAS tienen varios componentes comunes:

- Aeronave (UA): el avión y el equipo integrado (propulsión, aviónica, combustible, navegación y sistemas de comunicación a bordo).
- Carga útil: sensores, retransmisión de comunicaciones, armas y carga. La mayoría de las cargas útiles son sensores de imagen, como radar electroóptico (EO) / infrarrojo (IR), radar de apertura sintética (SAR) y radar de apertura sintética inversa (ISAR). Las cargas útiles de retransmisión de comunicaciones proporcionan la capacidad de extender transmisiones de voz y datos.
- Elemento humano: es crítico en el éxito del empleo de las ART, aunque son operadas con distintos grados de autonomía, todas requieren cierta interfaz humana en la misión. Para la mayoría de las ART, las tareas de personal primario incluyen piloto y operador de sensores (aeronaves y carga útil), mantenedor, comandante de misión y analista de inteligencia.
- Elementos de control: se denominan Pacart y Blart. De los Blart y Pacart de la FAC dependen el cumplimiento y la efectividad de la misión

de las ART. La interacción con ellos es vital para una operación segura y reducción de costos de mantenimiento de las ART. En cada uno de ellos están inmersos los riesgos para las operaciones (factor humano, técnico, operacional y ambiental).

- Comunicaciones: interacción del piloto con los ATC, externa e interna. Interacción de todos los componentes electrónicos de una ART (GSU, GPS, FLIR, etc.).
- Mantenimiento: operación en tierra y el soporte logístico.

## La seguridad

Las autoridades aeronáuticas del Estado colombiano están en la obligación de tener una entidad que regule el espacio y el tráfico aéreo, pues se debe dictar normas sobre el uso y la explotación de diferentes aeronaves, ya sea militares o de uso civil comercial. En Colombia es la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) para las aeronaves de uso comercial, y para la aviación de Estado está la FAC (Aerocivil, 2015). Estas entidades velan por que todos los procedimientos y acciones que se ejecuten garanticen la seguridad en el desarrollo de la operación según la reglamentación.

Las definiciones expuestas tienen una deficiencia al pretender detallar realidades y objetos perfectos, pero siempre existirán peligros inherentes en las operaciones de vuelo, donde estar en un ambiente totalmente libre de riesgo es casi imposible debido a la gran variedad de personas y factores que interactúan en ella.

La seguridad en las operaciones aéreas debe ser entendida como el conjunto de medidas, prácticas, métodos e iniciativas que tienen como objetivo principal identificar, analizar y conocer las causas de cada accidente aéreo, para hallar las fallas en los procedimientos operativos y de entrenamiento, con el fin de evitar su repetición. De acuerdo con OACI (2015), se entiende que la seguridad:

es el estado en que el riesgo de lesiones a las personas o daños a los bienes se reduce y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos (s. p.).

La OACI ha dispuesto la implementación de Sistemas de Gestión de Seguridad (SMS, por sus siglas en inglés) para disminuir la ocurrencia de accidentes e incidentes en la aviación. De acuerdo con el Documento 9.859 de la OACI se conoce como un “[...] estado donde la posibilidad de dañar a las personas o las propiedades se reduce y mantiene al mismo nivel o debajo de un nivel aceptable mediante el proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos de la seguridad” (OACI, 2015, p. 1). En inglés existe una diferencia clara entre los términos de seguridad en las operaciones aéreas *safety* y la seguridad física *security*.

El objetivo de la seguridad en las operaciones aéreas es crear medidas de seguridad que eviten que un accidente se materialice. Esto se enmarca en planes, programas y estrategias que se convierten en valores de la organización, inciden en el comportamiento y conciencia de su recurso humano. El único objetivo es ejecutar las operaciones o actividades sin accidentes o mitigar los riesgos en que se pueda incurrir.

En relación con el modelo de James Reason se puede analizar que los accidentes dentro de la aviación suceden por la combinación o unión de las llamadas fallas activas y condiciones latentes. El tema de la seguridad en las operaciones aéreas es pertinente porque la especialización de los operadores de los sistemas ART, en misiones de reconocimiento e inteligencia, merece la atención adecuada para garantizar el éxito operacional.

El SMS en las operaciones aéreas está definido por la OACI, como un enfoque sistemático que incluye a las estructuras de una organización para que estas tengan la obligación de generar políticas y procedimientos necesarios en pro de la seguridad. Según Drucke (2014), “lo que no se mide, no se controla, lo que no se controla, no sirve”. Basados en este enunciado se mide el desempeño, el rendimiento y el monitoreo que debe ejercerse sobre la gestión en seguridad de la FAC, para encontrar desviaciones, errores (variabilidad del proceso de gestión de seguridad) y oportunidades de mejora a favor del sistema de aviación.

La gestión de seguridad se basa en la recolección y análisis continuo de datos operacionales diarios. Esta vigilancia permite identificar y corregir carencias y deficiencias que no se previeron. De allí surgen las recomendaciones de seguridad, basadas en la información obtenida y formuladas con la intención de prevenir futuros accidentes o incidentes (OACI, anexo 13) y para mejorar los procesos, ya sea en su método o con el apoyo de nuevas herramientas tecnológicas (innovación).

La OACI en su anexo 13, capítulo I, define accidente como

[...] todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave que, en el caso de una aeronave tripulada, ocurre entre el momento en que una persona entra a bordo, con la intención de realizar un vuelo, y el momento en que todas las personas han desembarcado, o en el caso de una aeronave no tripulada, que ocurre entre el momento en que la aeronave está lista para realizar un vuelo y el momento en que se detiene, al finalizar el vuelo, y se apaga su sistema de propulsión principal (p. 23).

Los accidentes son el resultado de uno o más errores sucesivos, los cuales se pueden clasificar en lo que hoy se denominan factores humanos, técnicos, operacionales y organizacionales. En aviación, los accidentes se producen por la materialización de los riesgos asociados a la operación de un equipo bajo unas condiciones determinadas. Tomando el modelo de queso suizo del psicólogo James Reason, se evidencia que para evitar un accidente deben existir barreras o defensas latentes y activas que impidan o mitiguen la materialización del mismo (Gaitán, 2015). La FAC ha establecido el programa de prevención de accidentes orientado a identificar y suprimir los peligros, así como disminuir los riesgos propios de la operación de la institución (IGEFA, 2015).

De esta manera surgen diferentes clases de acciones encaminadas a disminuir situaciones catalizadoras de eventos no deseados, por un lado, están las acciones correctivas, referentes a toda acción tomada a eliminar o prevenir las causas primarias y contribuyentes de un accidente de aviación (para la FAC las acciones correctivas se registran en el documento denominado Informe final de investigación de accidente aéreo: Forma FAC 3-414T-1). Por otro lado, están las acciones preventivas, las cuales, de acuerdo con el Manual de Seguridad Aérea de la FAC, son acciones enfocadas para eliminar la causa de un potencial accidente. En la FAC las acciones preventivas se registran en el documento denominado Informe Riesgo de Operación (IRO), Forma FAC 3-400T, que hoy se denomina SRV.

De acuerdo con el sistema de gestión de seguridad, los riesgos se mitigan analizando la evaluación de posibilidad de ocurrencia y calificación de impacto de que estos se materialicen (OACI, anexo 13). En consecuencia, “la gestión del riesgo, como método lógico y sistemático para el establecimiento del contexto, identificación, análisis, evaluación, tratamiento,

monitoreo y comunicación de los riesgos asociados con cualquier actividad, función o proceso, debe posibilitar a la entidad minimizar pérdidas y aumentar oportunidades” (p. 8), siendo este interactivo y sistemático, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana (NTC 5254, 2004).

## Los peligros

La OACI define que los peligros son las condiciones con un potencial de causar muerte o lesiones al ser humano, daño a equipo o estructuras, pérdida de material o reducción de la capacidad de realizar funciones prescritas. Se dividen en tres categorías básicas:

Peligros naturales: condiciones meteorológicas o sucesos climáticos violentos; condiciones meteorológicas adversas; acontecimientos geofísicos; condiciones geográficas y eventos ambientales: incendios, actividades de fauna silvestre e infestación por insectos o plagas. Peligros técnicos: aeronaves y componentes, sistemas, subsistemas y equipo conexo de aeronaves; instalaciones, herramientas y equipo conexo de la organización e instalación de sistemas, subsistemas y equipo conexo externos a la organización. Peligros económicos: se presentan a causa del ambiente social y político en el que se realizan las operaciones relacionadas con la prestación de servicios (Fluctuaciones de la economía y presupuesto para adquisición de material y equipo) (OACI, 2015, p. 30).

## La FAC y las ART

La FAC actualmente tiene aeronaves ART Scan Eagle, Hermes y Nighth Eagle, en los diferentes sitios de operación: La Macarena, Orito, Tibú, Barranquilla, Caman y Saravena. El Scan Eagle, construido por Insitu, es un UAV de 1,19 m de largo por 3 m de ancho y con 19 kg de peso. Está impulsado por un motor de pistón (1,5 HP), una velocidad aproximada de 70 kt, por 15 h de vuelo aproximadamente (Insitu, 2015, p. 2).

De acuerdo con el Manual de Entrenamiento de Vuelo FAC 3-56 0-Marpt, en el desarrollo de las operaciones aéreas con las aeronaves no tripuladas, se requiere de la participación directa del siguiente personal:

- Mantenedores de ART: en su gran mayoría son suboficiales de mantenimiento.
- Operadores de ART: desarrollan actividades de la operación aérea, provienen de diferentes especialidades de la FAC.

Para contar con personal idóneo de mantenedores y operadores es necesario establecer un Plan de Instrucción y Entrenamiento (PIE), el cual, de acuerdo con el Manual de Entrenamiento de Vuelo FAC 3-56 0-Marpt, se encarga de la capacitación impartida al personal autorizado por el comando de la FAC, con el fin de que obtengan la autonomía de los cargos de tripulante de vuelo en el sistema Scan Eagle. Asimismo, se desarrolla y aplica por la Escuela de Entrenamiento Básico de Aeronaves Remotamente Tripuladas (Ebart) del CACOM-3, siguiendo los lineamientos establecidos por la FAC en la gestión de la doctrina.

Cuando las ART Scan Eagle están involucrados en las operaciones, se hace referencia a las siguientes misiones definidas por la FAC (MAMAE, 2016), así:

- Función: multiplicar las fuerzas. Incremento efectivo del poder aéreo de combate de la propia fuerza y de las demás fuerzas armadas.
- Misión típica: inteligencia aérea. Planeamiento, búsqueda, procesamiento y retroalimentación de la información sobre amenazas actuales o potenciales que pueden afectar la supervivencia.
- Operación tipo: vigilancia y reconocimiento técnico. Emplear sensores a bordo de aeronaves o satélites para la búsqueda de información sobre amenazas.
- Operación tipo: vigilancia y reconocimiento visual. Empleo de aeronaves que no tienen sensores a bordo, pero a través de un método de búsqueda visual se obtiene información, ya sea de amenazas o información significativa para el planeamiento.

## El marco legal

Las ART militares como civiles deben operar bajo lineamientos establecidos por las entidades competentes, que para este caso es la OACI, puesto que comparten el mismo espacio aéreo, teniendo en cuenta que cada vez se emplean más ART con fines comerciales.

La OACI menciona en la Circular n.º 328 del 2011 a los UAS como un nuevo elemento del sistema aeronáutico que los Estados y la industria aeroespacial tienen el reto de comprender, por lo que deben integrarlos en espacios aéreos no segregados para la operación segura entre aeronaves. Asimismo el Convenio sobre aviación civil internacional (también llamado Convenio de Chicago por el lugar de su firma, el 7 de diciembre de 1944) trata los derechos y restricciones de los Estados contratantes (191 en la actualidad) para un desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional.

Respecto a las aeronaves sin piloto, según OACI (2015), en su artículo 8, “ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización”. Así mismo, plantea que “cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles” (OACI, 2015). Diferentes Estados miembros han avanzado en la elaboración de regulaciones provisorias en las operaciones de UAV.

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, según Tvaryanas *et al.* (2005), elaboró un mapa para el uso y empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas, con el fin de limitar las misiones para estas aeronaves. En correspondencia con Pinilla (2008), es claro que estas aeronaves se deben emplear como plataformas aéreas a fin de ejecutar ataques de larga distancia y combate aire-aire. Para poder cumplir estas misiones, los UAV deben ser de tipo HALE (High Altitude Long Endurance) que operan con un prolongado tiempo de vuelo.

Además, la enmienda 13 del anexo 13 del Convenio de la OACI establece las definiciones de accidente e incidente para incluir a los sistemas de aeronaves no tripuladas y determina la necesidad de un programa de seguridad que permita la notificación y el análisis de incidentes de seguridad de las RPAS.

De igual forma, la OACI en su Documento n.º 9.859 legaliza y estandariza la clasificación y evaluación de los riesgos que están inmersos en la operación aérea, los cuales pueden afectar la operación de los UAV: ambientales, económicos, tecnológicos, actuaciones y condiciones no seguras, además, agrega que cualquier riesgo tiene dos aspectos que se deben analizar: gravedad y probabilidad de ocurrencia.

Por otro lado, la reglamentación de Referencia del Departamento de transportación de la FAA, en mención a la certificación y operación de pequeñas aeronaves tipo Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV, por sus siglas en inglés), establece que se debe:

(1) garantizar la seguridad de las aeronaves y el uso eficiente del espacio aéreo; y (2) regular el vuelo de las aeronaves con el propósito de navegar, proteger e identificar las aeronaves y la de proteger a los individuos y las propiedades en la tierra (FAA, 2014, pp. 3-4).

Así mismo, la sección n.º 107 de la FAA de Estados Unidos establece que, para operar un UAV, una persona debe poseer una licencia de piloto de UAV o estar bajo la supervisión de otra que tenga la licencia. Esto implica que la persona autorizada puede tomar el control del UAV inmediatamente.

Por otra parte, la reglamentación del 3 de septiembre del 2009, de la Organización del Tratado del Atlántico del Norte (Otan) estandariza a todos los países integrantes sobre el uso y los requerimientos mínimos que se deben tener para la operación segura de los UAV. Establece un conjunto básico de normas de aeronavegabilidad sobre el diseño y la construcción de UAV militares, y es a partir de este documento que se crea el Manual RPAS AN/507, que regula las normas y prácticas de operación de las aeronaves remotamente tripuladas.

El artículo 217 de la Constitución Política de Colombia (1991) indica “la Nación tendrá para su defensa unas fuerzas militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. Las fuerzas militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional” y el Decreto 2.937 (2010) reconoce a la FAC como “autoridad aeronáutica en la aviación del Estado y ente coordinador ante la autoridad Aeronáutica Civil Colombiana, mediante el mismo se constituye el Comité Interinstitucional de la Aviación de Estado” (Juriscol, 2010), con lo cual se expresa el liderazgo y responsabilidad que debe mantener la FAC en materia aeronáutica en el Estado.

Asimismo, el Decreto n.º 2937 (2010) establece que la FAC desde su función constitucional coordina junto con la Aeronáutica Civil las actividades que las regulan, con el objeto de preservar la seguridad en las operaciones aéreas y homogeneizar y armonizar procedimientos entre la fuerza pública y otras entidades que desarrollan la aviación del Estado.

La FAC tiene como funciones principales el control del espacio aéreo, la aplicación, multiplicación y el apoyo de la fuerza. Posee responsabilidades colaterales como la vigilancia del mar, la guerra antisubmarina, proveer fuerzas para el transporte aéreo de tropas, abastecimientos y equipo en distintas operaciones, entre las cuales se resalta el uso y aplicación de las aeronaves remotamente tripuladas, entre esas las ART Scan Eagle (FAC, 2016).

Asimismo en el Plan Estratégico Institucional 2011-2030 de la FAC, el alto mando doctrinario establece qué se pretende lograr en la Fuerza y cómo se quiere, determina la estrategia para lograrlo, los recursos, el horizonte temporal y espacial. Por eso la FAC realiza diversas acciones teniendo en cuenta sus objetivos como institución del Estado, con el fin de cumplir los planes de gobierno y desarrollar misiones y operaciones aéreas utilizando recursos aplicados y enfocados a las amenazas actuales, lo que permite establecer una política de seguridad para la Nación. Las misiones de combate de la FAC no solamente involucran la entrega de armamento, también de vigilancia e inteligencia, ya que son misiones principales que cumplen las ART Scan Eagle, las cuales deben desarrollarse dentro de un marco legal según las políticas del alto mando, entre las cuales se encuentra la seguridad aérea (MADBA, 2013).

La FAC desarrolla misiones típicas (acciones) y operaciones tipo (tareas), por lo que se establece que el poder aéreo y espacial no está restringido a funciones o misiones particulares. Esta cuenta con elementos para mantener el control del aire y realizar misiones ofensivas, las cuales neutralizan o destruyen Fuerzas Aéreas enemigas y misiones defensivas, e identifica y destruye el poder aéreo enemigo (MADBA, 2013).

El Plan Estratégico Institucional, en su objetivo específico n.º 5 de seguridad, establece afianzar la seguridad en las operaciones aéreas y “disminuir tan bajo como sea practicable los factores de riesgo operacional, entendiéndose por Seguridad Operacional, lo relativo a la Seguridad Aérea y la Seguridad Ocupacional” (PEI 2011-2030). Este objetivo es imperativo a la investigación, teniendo en cuenta que la seguridad es una cultura que se ha afianzado en la institución y es exigible a todos los miembros de la FAC y aplicable en todas sus actividades.

La Directiva COFAC n.º 022 del 2015 fija los parámetros de operación de los sistemas ART en la FAC y la Disposición n.º 001 del 11 de febrero del 2011 reglamenta el Manual de Gestión de Seguridad Aérea Operacional. La actuación de seguridad frente a los factores de riesgo busca mantener el

estado normal de las operaciones aéreas, gestión de las operaciones e inteligencia aérea, gestión de las operaciones logísticas y gestión de la educación aeronáutica en cumplimiento de la misión de la Fuerza Aérea.

La Aerocivil, por su parte, creó la Circular Reglamentaria n.º 002 del 2008 (Aerocivil, 2015), la cual normaliza las RPA para usos diferentes a los recreativos y deportivos, dejando un antecedente en el ámbito nacional, al ser la primera vez que se crea una norma en el empleo de las RPA a fin de garantizar y afianzar la seguridad en las operaciones en vuelo.

## La investigación y el análisis

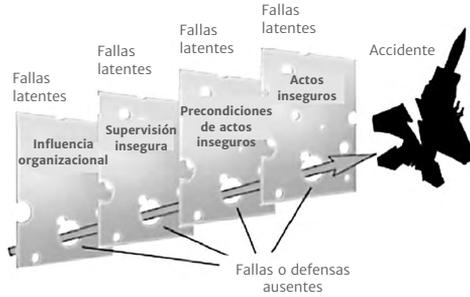
Este artículo se basa en una investigación cualitativa sobre los EVESOS que ocurren durante la operación aérea de las ART Scan Eagle de la FAC. La metodología de investigación de este trabajo es la descriptiva transversal, teniendo en cuenta que se realizó la recolección de información de un periodo definido, por lo que se formuló un diagnóstico y sugirió una acción posterior. Se elaboró un trabajo descriptivo para determinar la frecuencia en los incidentes y accidentes de las ART de la institución durante los últimos cuatro años, con el uso de la taxonomía HFACS y la técnica de observación que permite saber dónde se originan los errores o acciones que causan un accidente o incidente en cualquier fase de vuelo, por lo que se identificaron todos los factores latentes que intervinieron en estos sucesos.

## Taxonomía HFACS

En apoyo al planteamiento de líneas de acción como estrategias para la toma de decisiones que ayuden a mitigar la accidentabilidad en las operaciones de las ART Scan Eagle, es importante analizar y clasificar los eventos de seguridad hallados para lo cual se empleó la taxonomía definida en la actualidad por la FAC en la ocurrencia de eventos, denominada HFACS. Esta se basa en el modelo del queso suizo de James Reason, una metodología que describe cuatro niveles de falla (actos inseguros, condiciones previas para actos inseguros, supervisión insegura e influencia organizacional), que, a su vez, están divididos en 17 factores contribuyentes del error operacional.

En el modelo de queso suizo, las defensas de una organización contra el fracaso se modelan como una serie de barreras representadas como rebanadas de queso. Los agujeros en las rebanadas significan debilidades en partes

individuales del sistema y están variando continuamente de tamaño y posición a través de las cortes. El sistema produce fallos cuando un agujero en cada rebanada se alinea momentáneamente; esto permite que un peligro pase a través de los agujeros en todas las rebanadas, lo que conduce a un fallo.



**Figura 1.** Modelo del queso suizo de James Reason

Fuente: *Wiegmann y Shappell (2003)*.

El enfoque analítico del modelo de Reason (1990), junto con el de Thompson (2005), hacen semejanza a las rebanadas de un queso al representar las defensas que tiene un sistema para prevenir que un peligro se convierta en un accidente. Cada rebanada tiene vulnerabilidades representadas por los agujeros. Los agujeros en las defensas surgen por dos motivos: fallas latentes y activas. Las fallas activas son los actos cometidos por aquellos que tienen contacto directo con el sistema, es decir, la tripulación. Las fallas latentes son los patógenos residentes que son inevitables en un sistema, los cuales surgen de decisiones tomadas por todos los niveles de la administración. Cuando los agujeros en las defensas se alinean, la trayectoria del accidente ocurre y se permite que un peligro cause un accidente.

El método de HFACS, basado en el modelo de Reason, describe cuatro niveles de falla:

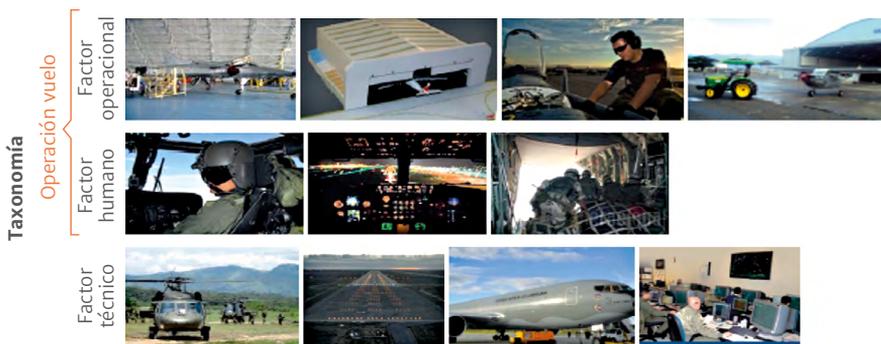
- Actos inseguros: asociados directamente con los operadores y mantenedores de las ART. Se clasifican en errores y violaciones (Reason, 1990). Los errores se originan cuando el individuo es incapaz de prever el resultado y una violación es romper las normas voluntariamente.
- Condiciones previas para actos inseguros: se refiere que facilitan la ocurrencia del error. Este nivel se compone de factores ambientales, condiciones y prácticas no estándar, estas se refieren a estados mentales o físicos para la operación.

- Supervisión insegura: dentro de esta categoría se encuentran los siguientes elementos: supervisión inadecuada, planeación inadecuada de operaciones, falla para corregir problemas y violaciones de supervisión. Básicamente en este nivel se encuentran las personas encargadas de vigilar y dirigir las operaciones.
- Influencia organizacional: Está compuesta por tres elementos: manejo de recursos, clima organizacional y procesos organizacionales. Este nivel se refiere a las decisiones tomadas por el alto mando de la organización, las cuales tienen una repercusión directa en los otros niveles del modelo HFACS.

Rasmussen (1982) divide el error en tres categorías: habilidad, decisión y percepción. Las violaciones las divide en rutinarias y excepcionales.

- Condiciones previas para actos inseguros: facilitan la ocurrencia del error, como factores ambientales, condiciones y prácticas no estándar (estados mentales y físicos).
- Supervisión insegura: supervisión inadecuada, planeación inadecuada, falla para corregir problemas y violaciones de supervisión.
- Influencia organizacional: manejo de recursos, clima organizacional y procesos organizacionales. Se refiere a las decisiones tomadas por el alto mando de la organización.

Por otra parte, la taxonomía de códigos que define varios aspectos del error humano (Reyes, 2009) para la institución está representada así:



**Figura 2.** Taxonomía HFACS empleada por la FAC

Fuente: QRH Dirección Seguridad Operacional FAC (2015).



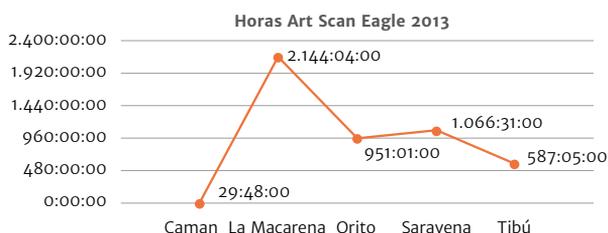
Para llevar a cabo el análisis de esta información se realizó una base de datos por cada año de observación, elaborada por los investigadores, en la cual se identifican los EVESOS en el trabajo de campo en las diferentes áreas y teatros de operación de las ART y, además, se obtuvo otros datos relevantes como en qué base de lanzamiento de ART (Blart) se presentaron, descripción del evento, número de horas voladas y la fecha del accidente.

La distribución se determinó usando los cuatro niveles básicos de la taxonomía HFACS y mediante la estadística descriptiva se efectuó el análisis de variables nominales como se observa a continuación.

## 2013

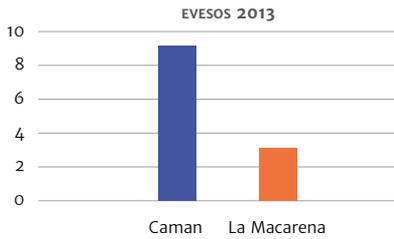
Fue el año de introducción de análisis de factores de accidentabilidad desde el punto de vista de seguridad en las operaciones aéreas de las ART Scan Eagle en la FAC, por ese motivo todo era experimental y relativamente nuevo. Se contó con un programa de implementación para la formación de tripulación y equipo de mantenedores, quienes fueron preparados por la casa fabricante de las aeronaves.

Se volaron 4.802 horas en las áreas de operación de La Macarena, Caman, Orito, Saravena y Tibú. Se presentaron 12 EVESOS oficialmente reportados, de los cuales se clasificaron diez Noper y dos Info. Como apenas se estaba iniciando con la recolección de datos se dejó un sinnúmero de eventos por reportar, por desconocimiento e inexperiencia, pues no se contaba con directrices claras en cuanto a los procedimientos y aplicaciones sobre la investigación de accidentes de este tipo de aeronaves. Se identificó una tasa de accidentabilidad de 4,18 accidentes por cada 10.000 horas de vuelo, cifra muy alta en relación con la normativa de una empresa de aviación, aún más, para una institución garante de la seguridad en Colombia.



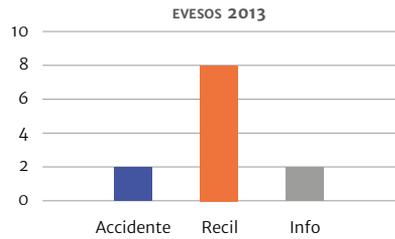
**Figura 4.** Horas voladas por Blart, 2013

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



**Figura 5.** EVESOS por Blart, 2013

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



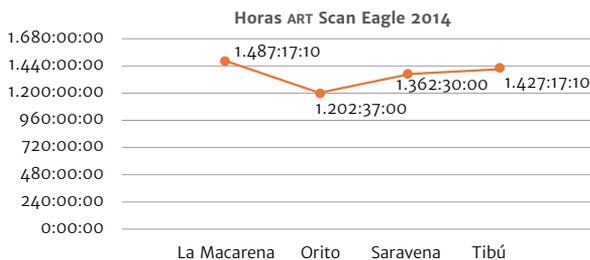
**Figura 6.** EVESOS vs. clasificación, 2013

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.

Se determinó que de los 12 EVESOS de los Scan Eagle en la FAC, el 69 % se debieron a factores humanos, el 19 % a factores técnicos y el 12 % a factores operacionales. Por otra parte, mediante la taxonomía de la metodología de análisis y clasificación, se estableció que el factor humano de la influencia organizacional tuvo una participación del 44 %, seguido del 21 % por supervisión insegura, 12 % por precondiciones para actos inseguros y 23 % de actos inseguros.

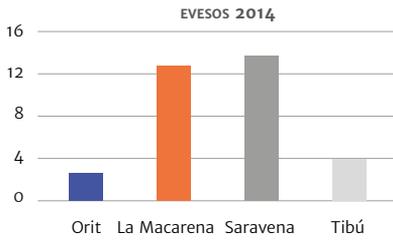
## 2014

Se voló un total de 5.696 horas en las áreas de operación de La Macarena, Orito, Saravena y Tibú. Se presentaron 34 EVESOS, de los cuales se clasificaron diez accidentes y 24 Noper. Así, se identificó un incremento del 300 % de los EVESOS, respecto a los del 2013 y una tasa de accidentabilidad de 12,54 accidentes por cada 10.000 horas de vuelo. Aquí se incluyeron dos factores nuevos a las investigaciones de accidentes: la fatiga de material y la confiabilidad de las aeronaves debido a las rupturas de los Wind Lets.



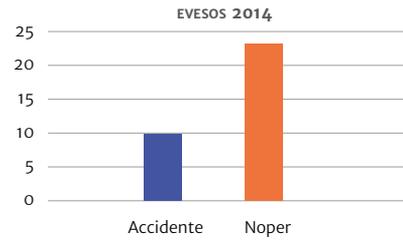
**Figura 7.** Horas voladas por Blart, 2014

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



**Figura 8.** EVESOS por Blart, 2014

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



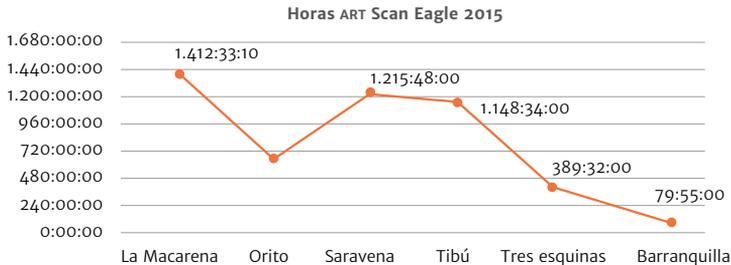
**Figura 9.** EVESOS vs. clasificación, 2014

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.

Se determinó que de los 34 EVESOS del 2014 un 53 % correspondieron a factores humanos, 18 % a factores técnicos y 29 % a factores operacionales. Esto permitió establecer dentro de la taxonomía de la metodología de análisis y clasificación de factores humanos que el 32 % fue por influencia organizacional, 22 % supervisión insegura, 18 % por precondiciones de actos inseguros y 28 % por actos inseguros.

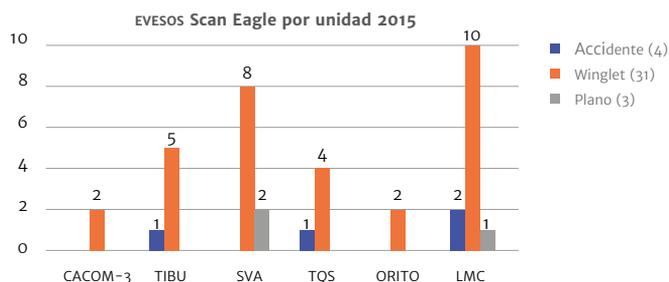
## 2015

Se volaron 5.449 horas en las áreas de operación de La Macarena, Orito, Saravena, Tibú, CACOM-6 y CACOM-3. Se presentaron 38 EVESOS, de los cuales se clasificaron cuatro accidentes y 34 Noper. Hay un incremento del 30 % con respecto al 2014 y una tasa de accidentabilidad de 14,54 accidentes por cada 10.000 horas de vuelo.



**Figura 10.** Horas voladas por Blart, 2015

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



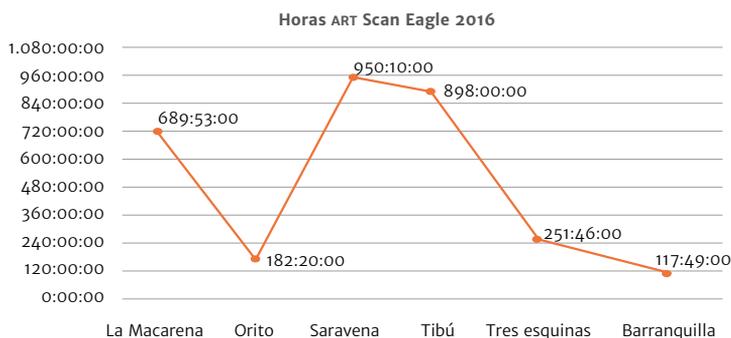
**Figura 11.** EVESOS por Blart, 2015

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los accidentes por factores humanos fueron un 23 %; factores técnicos, 45 %; factores operacionales, 17 %; y factores ambientales, 15 %. A fin de establecer dentro de la taxonomía de la metodología de análisis y clasificación de factores humanos que la influencia organizacional tuvo una participación del 45 %, seguida por supervisión insegura del 21 %, precondiciones para actos inseguros 12 % y por actos inseguros del 22 %.

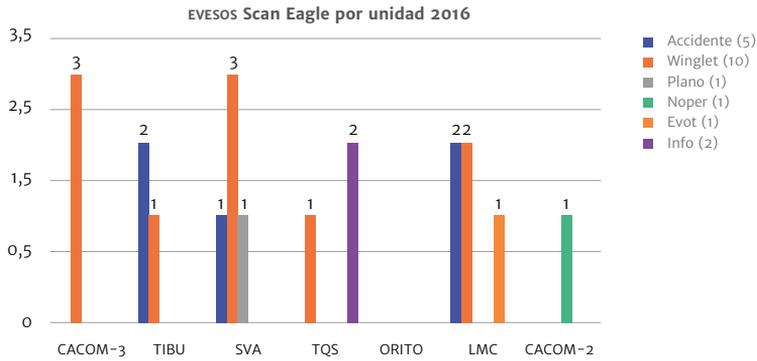
## 2016

Se voló un total de 5.480 horas en las áreas de operación de La Macarena, Orito, Saravena, Tibú, CACOM-6 y CACOM-3. Se presentaron 20 EVESOS, de los cuales se clasificaron en cinco accidentes, diez rupturas de Winglets, tres Noper y dos Info. Hubo una reducción significativa de la ocurrencia de los EVESOS y una tasa de accidentabilidad de 3,17 accidentes por cada 10.000 horas de vuelo.



**Figura 12.** Horas voladas por Blart, 2016

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.



**Figura 13.** EVESOS por Blart, 2016

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los EVESOS del 2016 fueron del 32 % por factores humanos; factores operacionales, 13 %; factores ambientales, 17 %; y factores técnicos, 38 %. Para establecer dentro de la taxonomía de la metodología de análisis y clasificación de factores humanos, la influencia organizacional fue de 44 %, seguida por 21 % de supervisión insegura, 12 % por precondiciones para actos inseguros y 23 % de actos inseguros.

El comportamiento desde el 2013 hasta el 2016 referente a eventos en ART permite determinar un periodo crítico entre el 2014 y 2015, donde se incrementaron los EVESOS en casi 300 %. Desde el punto de vista de análisis HFACS, se evidencia que los factores técnicos, operacionales y humanos estuvieron inmersos, pero el de mayor ocurrencia fue el humano.



**Figura 14.** EVESOS vs. año (2013-2016).

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el trabajo de campo.

En resumen, los eventos ocurridos en la operación durante el periodo estudiado en la FAC, están clasificados por factor operacional, técnico y humano, su influencia en la organización está determinada así:

**Tabla 2.** Factores involucrados en los EVESOS ART desde el 2013 hasta el 2016

Factor	Frecuencia	Porcentaje
Operacional	32	31 %
Técnico	35	33 %
Humano	37	36 %

Fuente: *elaboración propia.*

Al ser más representativo el factor humano, en relación con lo que plantean Wiegmann (1999) y Shappell (2001) respecto a que está inmerso entre el 70 % y 80 % de los accidentes de aviación, es importante para la FAC analizar una estrategia de excelente toma de decisiones por los diferentes niveles de jerarquía, que enfrente de manera directa los factores de mayor incidencia involucrados en los accidentes e incidentes en la operación de las ART Scan Eagle.

Al analizar los 104 eventos no deseados ocurridos en la operación de las ART Scan Eagle de la FAC desde el 2013 hasta el 2016 desde el HFAC versión 7.0, se pudo determinar el porcentaje de afectación en cada uno de los cuatro niveles:

**Tabla 3.** Niveles de fallas en los EVESOS de ART desde el 2013 hasta el 2016

Influencia organizacional	Supervisión insegura	Precondiciones para actos inseguros	Actos inseguros
Procesos operacionales 76,7 %	Planeación inadecuada de trabajo 53,2 %	Factores ambientales 43 %	Errores de decisión 48 %
Gestión de recursos 23,3 %	Falla en corregir errores conocidos 21,3 %	Ambiente físico 23,8 %	Errores del operador 32 %
	Violaciones de supervisión 10 %	Ambiente tecnológico 19 %	Violaciones 11,2 %
	Supervisión inadecuada 15,5 %	Estado mental adverso 14,2 %	Violaciones excepcionales 8,8 %

Fuente: *elaboración propia.*

Para la Dirección de ART de la FAC el talento humano es el recurso más importante de las operaciones aéreas. A partir del 2005 la FAC adquirió los sistemas ART, los cuales fueron donados por la misión americana. Desde el 2012 se evidencia un crecimiento acelerado de la capacidad tecnológica, al consolidarse la estructura organizacional con la creación de la Dirección de ART que dependía de la Jefatura de Operaciones Aéreas<sup>1</sup> mediante

1 La dirección de ART actualmente pertenece al Comando de Operaciones Aéreas (COA).

Disposición n.º 603 del 2013 a fin de liderar el control y manejo operacional de estas aeronaves.

**Tabla 4.** Operadores de ART Scan Eagle por especialidad

Operadores de ART Scan Eagle por especialidad · 2016	
Pilotos	10
Navegantes	4
Administración	11
Mantenimiento	34
Inteligencia	7
Abastecimiento	2
Telecomunicaciones	4
<b>Total</b>	<b>72</b>

Fuente: *elaboración propia.*

En ese mismo año con la estructuración de la organización para la operación de las ART, es necesario asignar operadores de otras especialidades o personal del cuerpo extraordinario con conocimientos en ingeniería o electrónica, pero no en aviación, lo cual podría configurar una amenaza a la seguridad por los escasos conocimientos en este tema, al interactuar en espacios aéreos segregados y no segregados. Además de las responsabilidades que se asumen al operar aeronaves tripuladas y las consecuencias penales que acarrea un accidente que involucre la vida de una persona.

El equipo que integra el cuerpo de vuelo en la FAC corresponde a oficiales y suboficiales con altos conocimientos en aviación, regulaciones aéreas, aerodinámica y seguridad que cumplen sus funciones como tripulantes de las aeronaves del Estado. La FAC asumió en el periodo 2006-2012, correspondiente a la I fase de implementación de este sistema, la operación sujeta a personal de diferentes perfiles a los requeridos y sin ningún tipo de entrenamiento básico en aviación, lo cual arrojó un balance de pérdidas de aeronaves bastante elevado, debido a la ausencia de conocimientos en materias aeronáuticas y a la falta de capacitación o entrenamiento de los operadores. El primer paso se presenta con la creación de una dirección que se especializaría en el manejo de la operación de estas aeronaves, avanzando así en la capacitación del recurso humano que las opera. Posteriormente la FAC, en consecuencia de la creación de la dirección de ART, dio origen a la escuela básica de ART.

## Revisión documental

Durante la fase de investigación en campo, al realizar la revisión de cada uno de los procesos desde el planeamiento de la misión, alistamiento de aeronave, cumplimiento de requerimiento, retroalimentación e incluso la fase de curso de tierra, se determinó una situación crítica para la operación de las ART Scan Eagle. (En relación con la Forma FAC 4.282T, por ser información sensible y de carácter clasificado no será anexa ni expuesta en este documento de acceso público).

## Consideraciones finales

Durante el trabajo de campo se analizaron los incidentes y accidentes en la operación de las ART Scan Eagle desde el 2013 hasta el 2016. Fueron 104 eventos entre Infos, Recil y Noper. Se logró determinar que el periodo analizado fue la época en la que más horas volaron este tipo de aeronaves (19.335 h), debido a su participación e inclusión en las operaciones de inteligencia, reconocimiento y vigilancia en contra de los grupos al margen de la ley. Se materializaron 16 accidentes que resultaron en la pérdida total de las aeronaves equivalente a 4.800 millones de pesos. 2014 y 2015 fueron los periodos más críticos, pues se presentaron 34 y 38 EVESOS, respectivamente, con un incremento aproximado del 300 % en el 2013.

Los factores de la accidentabilidad de los Scan Eagle están relacionados con:

- La falta de una especialidad de vuelo específica y diseñada solo para ART. Es imperativo asignar o crear una especialidad con capacitación y entrenamiento continuado.
- Los errores de toma de decisión en la tripulación se relacionan principalmente con ejecución de tareas rutinarias, inadecuada o nula evaluación de los efectos de sus acciones y variación en los procedimientos, que podrían relacionarse con fallas en la percepción, que no se presenta como un elemento aislado de carácter sensorial sino asociado a una decisión inadecuada o estado mental inadecuado, como prisa y fatiga.
- Se estableció que los factores más influyentes de la accidentabilidad en las operaciones están definidos por el factor humano (36 %), el factor técnico (33 %) y el factor operacional (31 %). Asimismo se evidencia

que hay errores, falencias y violaciones en las fases de vuelo en tierra. En lo que tiene que ver con el factor humano se cuentan: selección y entrenamiento de operadores, errores en el trabajo en equipo, habilidades neurocognitivas, percepción visual, vigilancia y atención, procesamiento espacial, memoria, razonamiento, desempeño cognitivo, personalidad, destreza del piloto, problemas de automatización, retroalimentación del operador y atención canalizada.

Con la taxonomía de los EVESOS de las ART Scan Eagle de la FAC se evidencian los riesgos operacionales más predominantes:

- La falta de supervisión en las operaciones aéreas relacionada con una planeación inadecuada de la operación al seleccionar personal con limitada experiencia para ejecución de misiones sensibles y una evaluación deficiente del riesgo.
- Déficit presupuestal, que impide contar con los recursos físicos necesarios para cumplir las tareas y deficiencias en la administración del talento humano al seleccionar personal sin experiencia o sin el nivel de entrenamiento requerido.
- Errores de procedimiento por falta de conocimiento y de prácticas organizacionales al ejecutar acciones no establecidas.
- Errores en el aseguramiento de calidad en mantenimiento por la planeación inadecuada de la operación y la administración del recurso humano. Podrían existir sobrecargas laborales que lleven al operario a trabajar bajo presión, obviar pasos en la lista de chequeo o cometer errores en los procedimientos, extralimitarse en sus funciones, exceder los tiempos de servicio, tomar decisiones ligeras sin medir los efectos y tener prácticas rutinarias inseguras.
- Violaciones o prácticas que van en contra de lo establecido por manuales y órdenes permanentes, como la aplicación incorrecta de procedimientos de lista de chequeo para el lanzamiento, operación y captura de la aeronave.

Ante esta evidencia se proponen cuatro líneas de acción como estrategia en la toma de decisiones para la reducción y mitigación de los riesgos en las operaciones aéreas de las ART Scan Eagle, basadas en el Manual de Doctrina Aérea Básica y en el Manual de Calidad de la FAC que permitirán el

correcto y eficiente uso de estas aeronaves con el fin de mantener los estándares de seguridad en las operaciones aéreas para reducir los EVESOS:

### **1. La creación de la especialidad de ART como estrategia empresarial y toma de decisión a nivel estratégico**

Es indispensable la creación de la especialidad de ART, pues desde la implementación en el 2005 nunca se contempló que el personal de operadores fuera del cuerpo de vuelo; fueron personas de otras especialidades como inteligencia, quienes operaron estas aeronaves. Al no tener personal con la capacitación de vuelo se presentaron muchos incidentes y accidentes. Según Ordoñez *et al.* (2017), la gestión humana y la gestión del conocimiento están estrechamente relacionadas, puesto que:

requiere de personal altamente cualificado y con un entrenamiento especial para alcanzar los resultados exitosos que se han evidenciado hoy día con estas aeronaves, siendo necesario un punto de vista holístico en la gestión humana, lo cual induce a la organización a crear procesos que involucren y proyecten al personal de oficiales que operan los sistemas ART (s. p.).

Para tal fin se debe crear dentro del cuerpo de vuelo “especialistas de vuelo”, oficiales operadores de ART, lo que implicaría la modificación del artículo 1.º Decreto 1.495 (2002) de MINDEFENSA, para permitir el reconocimiento de los oficiales operadores de ART y comandantes de misión aérea como tripulantes de la FAC y modificar el Manual de Instrucción y Entrenamiento de Vuelo (Minev) FAC 6.2-0, en el capítulo 10, Cargos de vuelo, numeral 10.1 – Definiciones, 10.1.1, Tripulante de vuelo. Esto permitirá mejorar la actitud combativa, la identidad y la motivación de los oficiales operadores de ART que desempeñan funciones como tripulantes de vuelo y que hacen parte del cumplimiento del proceso misional de la Jefatura de Operaciones Aéreas, ya que no existe en la especialidad de vuelo la designación de operador de ART.

### **2. Nueva tarjeta de riesgo como estrategia empresarial y toma de decisión a nivel táctico y operacional**

Con la implementación de una nueva tarjeta de riesgo en la ejecución de operaciones con los sistemas ART se mejora de manera explícita

la identificación de todos los riesgos inmersos en la operación aérea, y se evita lo que ocurre en la actualidad, donde el personal que realiza la tarjeta de riesgo al finalizar y analizar los riesgos les arroja riesgo medio, sin importar la pericia o experiencia del personal, lo que impide una correcta toma de decisiones al momento de evaluar los riesgos.

### **3. Procedimientos e instructivos como estrategia empresarial y toma de decisión a nivel táctico**

Dar estricto cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Manual FAC 4.1.1.0, Manual de Mantenimiento Aeronáutico (MAMAE). Esto garantizará el mantenimiento correcto de las ART e indicará la forma de corregir y controlar las anotaciones realizadas (tarea que normalmente se cumple en todas las aeronaves de la FAC), para evitar errores y que la misma persona que realiza la anotación de mantenimiento sea quien la corrige.

### **4. Implementación del SMS como estrategia para una buena comunicación en los ámbitos militar y empresarial, que ayude a la toma de decisiones los contextos estratégico, operativo y táctico**

Esta se enfoca en los procesos y procedimientos que requieren adoptar las personas involucradas con las aeronaves para la operación de vuelo, con la única finalidad de aumentar los niveles de seguridad en la organización a través de la implementación del SMS, con una comunicación efectiva, eficiente y en tiempo real que ayude a la toma de decisiones en las operaciones aéreas.

Además de proponer estas líneas de acción, es necesario mencionar varios problemas de investigación que pueden ser objeto de estudio en un futuro:

- El efecto de la inadecuada toma de decisiones de comandantes en los resultados operacionales, en la credibilidad y pérdida de confianza de sus subalternos y en la unidad de mando.
- La capacitación de los comandantes de escuadrón y comandantes de misión aérea para desarrollar su competencia de toma de decisiones, con el fin de fortalecer el nivel profesional en el personal, mejorar los resultados de la operación y el clima organizacional.

- La posibilidad de un programa de pregrado de EMAVI en ciencias militares, con temas de revisión y sistematización de evolución de estrategia FAC, que analice diferentes niveles estratégicos, operacionales y tácticos, así como desde los aspectos militares, organizacional y de aprendizaje.

## Referencias

- Aeronáutica Civil de Colombia. (2015, 3 de septiembre). *Circular 002, Requisitos generales de aeronavegabilidad y operaciones de RPAS*. <https://dernegocios.ueexternado.edu.co/comercio-electronico/requisitos-generales-de-aeronavegabilidad-y-operaciones-para-operaciones-para-rpas/>
- Austin, R. (2010). *Unmanned Air Systems UAV Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons.
- Aeronáutica Civil de Colombia. (2020, 1.º de septiembre). *Aeronáutica Civil de Colombia, regula el uso de drones comerciales en Colombia*. Mintransporte.
- Aeronáutica Civil de Colombia. (2018, 21 de octubre). *Sistema de gestión de seguridad operacional. Aerocivil*. <https://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion-aerea/sistema-de-gestion-de-seguridad-operacional>
- Convenio Sobre Aviación Civil Internacional. (2006). *Directors general of civil aviation conference on a global strategy for aviation safety*. International Civil Aviation Organization. [https://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/Directors General of Civil Aviation Conference on a Global Strategy for Aviation Safety \(DGCA-06\)/Annex13attE\\_sp.pdf](https://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/Directors%20General%20of%20Civil%20Aviation%20Conference%20on%20a%20Global%20Strategy%20for%20Aviation%20Safety%20(DGCA-06)/Annex13attE_sp.pdf)
- Constitución política de Colombia [Const.] (1991). Legis.
- Federal Aviation Administration. (2016, diciembre). *UAV Sighting Report*. FAA. [https://www.faa.gov/uas/resources/public\\_records/uas\\_sightings\\_report/](https://www.faa.gov/uas/resources/public_records/uas_sightings_report/)
- Fuerza Aérea Colombiana. (2016). *Funciones y Responsabilidades FAC*. Fuerza Aérea Colombiana. <https://www.fac.mil.co/es/conozcanos/mision-vision-y-funciones>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2016). *Manual de Mantenimiento, Aplicabilidad del Aseguramiento de Calidad de la FAC en sus procesos de mantenimiento*. Fuerzas Militares de Colombia; Fuerza Aérea Colombiana. <https://es.scribd.com/document/419858300/Fac-Manual-Mantenimiento-Fac-2016>.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2015, junio). *Informe y Análisis de la accidentalidad de la FAC diferentes aeronaves desde el año 2013 al 2015*. [https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Planes/informe\\_final\\_plan\\_de\\_accion\\_2016\\_fac.pdf](https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Planes/informe_final_plan_de_accion_2016_fac.pdf)

- Fuerzas Militares de Colombia. (2013). *Manual De Doctrina Básica y Aérea Espacial*. Fuerzas Militares de Colombia; Comando Fuerza Aérea Colombiana. [https://esufa.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/fac-0-e\\_mabda\\_2013.pdf](https://esufa.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/fac-0-e_mabda_2013.pdf)
- Gutiérrez, G. (2014, 3 de marzo). *Teoría de la toma de decisiones. Definición, etapas y tipos*. <https://www.gestiopolis.com/teoria-de-la-toma-de-decisiones-definicion-etapas-y-tipos/>
- Joint Air Power Competence Centre. (2010). *Strategic Concept of Employment: For Unmanned Aircraft Systems in NATO*. Joint Air Power Competence Centre. [http://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS\\_CONEMP.pdf](http://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS_CONEMP.pdf)
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1998). *Strategy safari: A guided tour through the wilds of strategic mangament*. Simon and Schuster.
- Ordoñez, C., Báez, A., & Belén, H. (2017). *Plan estratégico gestión del talento humano de oficiales de Aeronaves remotamente tripuladas* [Tesis de grado, Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. <http://repositorio.crai-fac.com/handle/20.500.12963/471>
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2015). *Manual de Gestión de la Seguridad Operacional*. Organización de Aviación Civil Internacional. <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/biblioteca-tecnica/Gestin%20de%20Seguridad/Documento%20OACI%209859%20-%20tercera%20edici%C3%B3n%202013.pdf>
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2011). *Unmanned Aerial Systems*. Organización de Aviación Civil Internacional. [http://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328\\_en.pdf](http://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf)
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2016). *UAS Toolkit Home*. ICAO. <https://www.icao.int/safety/UA/UASToolkit/Pages/default.aspx>
- Presidencia de la República. (2010, 5 de agosto). Por el cual se designa a la Fuerza Aérea Colombiana como autoridad aeronáutica de la aviación de Estado y ente coordinador ante la autoridad Aeronáutica Civil Colombiana y se constituye el Comité Interinstitucional de la Aviación de Estado. [Decreto 2397 del 2010]. DO: 47-793. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1503047>
- Presidencia de la República. (2002, 19 de julio). Por el cual se reglamentan algunas disposiciones del Decreto-ley 1790 de 2000. [Decreto 1495 de 2002]. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1297863>
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University.

- Shappell S.A., & Wiegmann D.A. (2000). *The Human Factors Analysis And Classification System (HFACS)*. Scholarly Commons. <https://commons.erau.edu/publication/737>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2015, septiembre). *Vehículos aéreos no tripulados, drones y sus sistemas*. Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial. <https://issuu.com/quioscosic/docs/drones/10>
- Thompson, W. T., Tvaryanas, A. P., & Constable, S. H. (2005). US military unmanned aerial vehicle mishaps: Assessment of the role of human factors using human factors analysis and classification system (HFACS). *Terra Health, Inc. and the 311th Performance Directorate Performance Enhancement Research Division*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA435063>