

Articulación de sistemas de gestión para el sector de la aviación de pasajeros en Colombia

**HEDWIG ENITH CASTRO CORTÉS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS E ICONTEC  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL  
BOGOTÁ, D. C.  
2020**

**ARTICULACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN PARA EL SECTOR DE LA  
AVIACIÓN DE PASAJEROS EN COLOMBIA**

**HEDWIG ENITH CASTRO CORTÉS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS E ICONTEC  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL  
BOGOTÁ, D. C.  
2020**

**ARTICULACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN PARA EL SECTOR DE LA  
AVIACIÓN DE PASAJEROS EN COLOMBIA**

**HEDWIG ENITH CASTRO CORTÉS**

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Calidad y Gestión Integral

Guillermo Peña Guarín, Mg.  
Director de trabajo de Grado

**CONVENIO UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS E ICONTEC  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL  
BOGOTÁ, D.C.  
2020**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C., enero de 2021

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, en especial a mis queridos tíos Virginia, Betty y José. A mi hijo, quien ha sido el motor de mi vida. Y, finalmente, a mi mamá, quien ha sido mi maestra de camino.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Santo Tomas por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta y especialmente a mi director de tesis.

## Contenido

ARTICULACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN PARA EL SECTOR DE LA AVIACIÓN DE PASAJEROS EN COLOMBIA .....	1
Introducción.....	12
1. Problema de investigación.....	13
1.1 Antecedentes .....	13
1.1.1 Antecedentes de Sistemas Integrados de Gestión .....	13
1.1.2 Antecedentes aeronáuticos a nivel mundial.....	15
1.1.3 Antecedentes a nivel latinoamericano .....	16
1.1.4 Antecedentes en Colombia.....	20
1.2 Descripción del problema .....	23
1.2.1 Problemática General .....	23
1.3 Formulación del problema.....	25
2. Justificación.....	25
3. Objetivos.....	27
3.1 Objetivo general.....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27
4. Marco referencial.....	28
4.1 Marco teórico.....	28
4.1.1 Desarrollo histórico sobre la gestión integral.....	28
4.1.1.1 Operational Safety Audit (IOSA – AITA) .....	29
4.1.1.2 Continuing Analysis and Surveillance System (CASS) .....	29
4.1.1.3 Safety Management System (SMS) .....	30
4.1.1.4 Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC).....	30
4.1.1.5 AS/EN 9110 NORMA PARA LA INDUSTRIA AEROESPACIAL.....	31
4.2 Marco conceptual .....	32
4.2.1 Sistemas de Gestión Integrado .....	32
4.3 Marco normativo .....	32
4.3.1 International Aerospace Quality Group (IAQG).....	32
4.3.2 Operational Safety Audit (IOSA – AITA) .....	35
4.3.2.1 Guía de aplicabilidad.....	36
4.3.2.2 Prácticas recomendadas .....	38
4.3.2.3 IOSA y su transformación después de la COVID 19 .....	40

4.3.2.4 Estructura del SMS para organizaciones.....	46
4.3.3 Continuing Analysis and Surveillance System (CASS) .....	50
Sistema de análisis y vigilancia continua DOT/FAA/AR-03/70.....	50
Recopilación de datos .....	51
4.3.4 Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC).....	54
Unidades de medida .....	55
Estructura y numeración.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Circular informativa Aeronáutica Civil .....	56
5. Metodología.....	56
5.1 Enfoque de la investigación .....	56
5.2 Alcance y fases de la investigación .....	57
5.3 Fases de la investigación.....	57
5.4 Definición de variables.....	59
5.5 Diseño muestral: universo y muestra .....	59
5.6 Instrumentos y técnicas de investigación .....	59
6. Resultados y discusión de resultados .....	60
6.1 Relación entre las normas del sector aeronáutico .....	60
6.2 Descripción del estado actual de sistemas de gestión en las aerolíneas colombianas .....	66
6.3 Análisis de resultados .....	67
6.4 Validación.....	69
6.5 Interpretación de resultados .....	70
7. Conclusiones .....	72
8. Recomendaciones .....	74

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tasas de crecimiento anual del tráfico mundial .....	19
<b>Tabla 2.</b> Familia de la norma AS 9100 .....	34
<b>Tabla 3.</b> Probabilidad del riesgo operacional.....	47
<b>Tabla 4.</b> Gravedad del riesgo de la seguridad operacional .....	47
<b>Tabla 5.</b> Matriz de evaluación del riesgo de seguridad operacional .....	48
<b>Tabla 6.</b> Matriz de tolerabilidad del riesgo de seguridad operacional.....	49
<b>Tabla 7.</b> Marco normativo.....	55
<b>Tabla 8.</b> Objetivos del proyecto .....	58
<b>Tabla 9.</b> Requisitos IOSA .....	60
<b>Tabla 10.</b> Requisitos SMS.....	62
<b>Tabla 11.</b> Requisitos CASS.....	63
<b>Tabla 12.</b> Requisitos RAC .....	64
<b>Tabla 13.</b> Sistemas de gestión implementados en las aerolíneas colombianas .....	66
<b>Tabla 14.</b> Matriz de correlación .....	68
<b>Tabla 15.</b> Formato de instrumento de validación de la herramienta .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 16.</b> Resultados con valores absolutos.....	70
<b>Tabla 17.</b> Resultados en valor porcentual .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Concentración de tráfico de pasajeros en Latinoamérica. ....	20
<b>Figura 2.</b> Evolución de la aviación civil en Colombia. ....	22
<b>Figura 3.</b> Mapa conceptual del marco de referencia. ....	32
<b>Figura 4.</b> Evolución del sistema de gestión de seguridad operacional en el tiempo. ....	43
<b>Figura 5.</b> Sistema de Seguridad Operacional SMS ....	43
<b>Figura 6.</b> Concepto de Causalidad de Accidentes. ....	44
<b>Figura 7.</b> El Accidente Organizacional. ....	45
<b>Figura 8.</b> La desviación de la práctica. ....	45
<b>Figura 9.</b> Retroalimentación, registro, evaluación y mitigación de riesgos y peligros ....	49
<b>Figura 10.</b> Diagrama de flujo del proceso. ....	54

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A.** Requisitos de cada sistema y clasificación

**Anexo B.** Herramienta de articulación

**Anexo C.** Resultados de instrumento de validación por expertos

## **Introducción**

La articulación de los sistemas de gestión (SIG) implementados al interior de la organización, de manera individual o en conjunto, se realiza con el fin de disminuir la repetición de actividades, reducir los tiempos de operación, mejorar la planificación y administración de los recursos, integrar la información para la toma de decisiones que van a beneficiar el cumplimiento de los objetivos organizacionales, unificar las auditorías, aumentar el control de los procesos, simplificar la documentación, y lograr el cumplimiento legal tanto de la misma organización como de las otras partes interesadas.

Para lograrla este objetivo en las aerolíneas colombianas, es importante articular los componentes estratégicos, humanos y operacionales de cada sistema de gestión AS9110:2016, IOSA Rev 13, SMS, CASS y compararlos con las regulaciones aeronáuticas colombianas (RAC). Lo anterior se logra tomando como eje central la norma de calidad AS9110 para el sector aeroespacial y determinando aspectos estratégicos, productivos, dificultades y posibles desventajas que se puedan ocasionar al no articular estos sistemas de gestión.

## **1. Problema de investigación**

### **1.1 Antecedentes**

#### **1.1.1 Antecedentes de Sistemas Integrados de Gestión**

En la década de los noventa se crearon normas o estándares internacionales, se destaca la de norma ISO 9001 que hace referencia a la gestión de calidad, ha sido revisada a través del tiempo para ajustarse al exigencias del mercado, también se destaca la norma ISO 14001 que hace referencia a la protección de medio ambiente, además está la de seguridad e higiene en el trabajo OHSAS 18001, que con el tiempo se transformó en la ISO 45001, algunas otras específicas para el sector aeroespacial, como, el Safety Management System (SMS) la cual es exclusiva para el sistema de gestión de la seguridad operacional, existen otras normas más antiguas que han evolucionado desde la posguerra en los años cincuenta que hace referencia al análisis y vigilancia continua denominada Continuos Analisis Surveillance System (CASS) creada por la federal aviation administration (FAA) la cual ha promovido tanto en Estados Unidos como en otros países, la seguridad, la normatividad, y el desarrollo en los avances tecnológicos, lo que ha derivado en la formación de la organización internacional de la aviación civil (OACI), que hace parte de la organización de las naciones unidas (ONU), paralelo en la haya y en los paise bajos surge la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (por sus siglas en ingles International Air Transport Association (IATA) la finalidad de esta asociación es la cooperación entre aerolíneas impulsando y promoviendo la seguridad, fiabilidad, confianza y economía en el transporte aéreo. IATA genero la implementación de otro sistema de gestión llamado IATA Operational Safety Audit (IOSA)

Otros autores y organizaciones tomaron en conjunto varios sistemas de gestión de los antes mencionaos y los integraron en un nuevo sistema de gestión integrado que cumpliera con las necesidades acordes de las partes interesadas, Bernardo, Casadesús, Karapetrovic & Heras (2009) definen sistema integrado de gestión como un conjunto de procesos interconectados que comparten

los mismos recursos (humanos, de información materiales, infraestructura y financieros) con el fin de lograr los objetivos relacionados con la satisfacción de una gran variedad de interesados.

La Asociación Española de Normalización y Certificación (2018) considera un sistema integrado de gestión al conjunto de elementos interrelacionados utilizados para satisfacer los requisitos de los clientes, con un impacto ambiental mínimo de los procesos desarrollados y con el menor riesgo posible para la seguridad y salud de los trabajadores.

Numerosos estudios se han realizado sobre la integración de sistemas de gestión en todo tipo de organización. De forma progresiva, cada año se publican muchas investigaciones sobre el tema (Bernardo, Gianni, Gotzamani y Simon, 2017). Por un lado, se han descrito los beneficios y las dificultades administrativas relacionadas con el exceso de burocracia, redundancias, costos, falta de motivación de empleados y directivos para gestionar diferentes sistemas de gestión a la vez (Bernardo, Simon, Tari, y Molina, 2015); y, por otra parte, se plantean metodologías facilitadoras de casos exitosos de varias compañías y sectores, que a través de su experiencia promueven el proceso de integración. Gracias a lo anterior, obtienen como beneficio la eficiencia a través de la optimización del uso de recursos y tiempo, el aumento en la capacidad de satisfacer las necesidades de todas las partes interesadas, el mejoramiento del clima organizacional, la promoción del trabajo en equipo, el mejoramiento de la comunicación de todas las áreas, el intercambio de conocimientos, la mejora de la imagen corporativa, entre otros (Moumen y Aoufir, 2017; Bernardo, Gianni, Gotzamani y Simon, 2017; Gianni, Gotzamani y Vouzas, 2017).

Para Beckmerhagen, Berg, Karapetrovic y Willborn (2003), dentro de las ventajas que se describen en la investigación, se resalta la reducción de costos en los procesos de auditoría, la simplificación en el abordaje de requisitos entre normas, la armonización documental, la reducción de papeleo, y la alineación de objetivos, procesos y recursos.

Algunos autores proponen en sus trabajos la necesidad de establecer una base metodológica para integrar los elementos comunes de los diferentes sistemas que sea genérica y aplicable a todo tipo de organización, flexible para satisfacer los requerimientos de cada sistema, compatible con modelos de gestión como el ciclo Planificar-Hacer-Verificar y Actuar (PHVA) y apoyada en metodologías de administración con un enfoque sistémico (Wilkinson y Dale, 1999; Karapetrovic y Jonker, 2003). Posteriormente, se desarrolló un enfoque sistémico para los SIG apoyados en la alta dirección, a través de la inclusión de elementos de integración desde la planificación estratégica en el proceso de asignar recursos, promover la cultura organizacional y el diseño para la gestión conjunta de procesos clave (Asif, Bruijn, Fisscher, Searcy y Steenhuis, 2009).

Otras actividades y operaciones no pueden integrarse; deben ser, siempre y cuando sea posible, rediseñadas de manera que se vuelvan sinérgicas con las funciones integradas (Nunhes, Motta y Oliveira, 2017).

### ***1.1.2 Antecedentes aeronáuticos a nivel mundial***

Tomando como base lo anteriormente mencionado el sector aeronáutico a nivel mundial está altamente regulado; por las autoridades competentes que controlan estos sistemas de los países, asociaciones internacionales e incluso los mismos fabricantes, autoridades aeronáuticas como Unidad administrativa especial de la aeronáutica civil de Colombia (UAEAC), Federal Aviation administration (FAA), European unión aviation safety agency (EASA), y convenios entre países, suscritos por intermedio del ministerio de comercio en conjunto con el ministerio de transporte han firmado el convenio de Chicago de donde nace la OACI (organización de aviación civil internacional). También existe una gran preocupación por parte de los grandes fabricantes como Rolls Royce, General Electric, Boeing y Airbus, entre otros, quienes conscientes que la calidad es un factor determinante en la industria, conformaron IAQG (International Aircraft Quality

Group), y decidieron adoptar las normas de la familia ISO 9001, más 106 requisitos adicionales aplicables a la aviación para generar las normas AS/EN 9100, la AS/EN 9110 AS/AN 9120, Sistemas de Gestión de la Calidad, los cuales conforman los requisitos para las organizaciones de aviación, espaciales y de defensa, necesarios en empresas u organizaciones que diseñen, desarrollen y produzcan productos aeroespaciales.

Todos ellos tienen como común denominador reducir los riesgos. Algunas de estas normas no cuentan con un organismo certificador en el país por lo cual debe contratarse entes internacionales con dicha competencia.

De allí la importancia de la integración de estos sistemas (que también viene cobrando importancia a nivel mundial), generando con esto muchos beneficios para la organización. Sin embargo, muchas empresas que implementan sistemas integrados de gestión encuentran dificultades en la elección de un modelo que logre cohesionar sus interacciones y como consecuencia terminan manejando un sistema de gestión fraccionado sin ningún tipo de relación, lo que conlleva al fracaso del sistema de gestión. Según Morin (1994), la mayor parte de los sistemas no están conformados por partes, elementos o constituyentes, sino por acciones entre unidades complejas cuyo conjunto constituye la organización del sistema, estas acciones deben estar mediatizadas por interacciones, para dar mayor respaldo a los sistemas ejecutados.

### ***1.1.3 Antecedentes a nivel latinoamericano***

En la Decimosexta Reunión del Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS/16), que se llevó a cabo en Punta Cana, República Dominicana, del 28 de marzo al 1 de abril de 2011, se presentó por parte de Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC), ante

la Organización de la Aviación Civil Internacional el tema de la implementación del sistema integrado de gestión y la gestión de la seguridad operacional (SMS). En este documento se proporciona información de la implantación del sistema integrado, basado en las normas ISO 9001-2008, ISO 14001-2004, OSHA 18001-2007, y su contribución a la gestión de la seguridad operacional. Sin embargo, este artículo fue presentado como nota ante los estados miembros cuando se establecía la imperiosa necesidad de implementar el SMS de carácter obligatorio hacia el 2007.

El SIG planteado por IDAC es un sistema basado en procesos cuya metodología y características permiten aumentar la satisfacción del cliente y la eficiencia del personal y la organización, generando una cultura orientada a la calidad, seguridad, los factores humanos y la eficiencia en el servicio. El marco normativo que lo rige incluye, en adición a las normas nacionales e internacionales de aviación civil, los requisitos ISO 9001:2008, enfocados en la calidad de productos o servicios; ISO 14001:2004, enfocados en la gestión ambiental; OHSAS 18001:2007, orientados a la salud y la seguridad laboral; y SMS, centrados en la gestión de la seguridad operacional.

Es preciso señalar que la implementación de este sistema tiene por objetivo fundamental contribuir con dos factores:

**a) Los intereses y necesidades de la organización.** Existe una necesidad de alcanzar y mantener los resultados deseados a un costo óptimo y con eficiencia, es decir, mejorando los procesos y disminuyendo los errores. Este logro se relaciona con una utilización de sus recursos planificada y, por consiguiente, eficiente. Asimismo, la garantía de la seguridad y la salud de los empleados mejoran el clima laboral propiciando un entorno de trabajo más agradable

**b) Las expectativas de las partes interesadas.** Para las partes interesadas (pilotos, operadores aéreos y aeroportuarios, agencias, entre otros), existe la necesidad de confiar en la capacidad de la organización, tanto para brindar como para mantener los resultados deseados. La cultura de cumplimiento eficiente por parte de los colaboradores constituye la base de la excelencia en el servicio al cliente.

Sin embargo, es necesario actualizar el tema en cuanto al conjunto de normas que son la causa de este proyecto, puesto que no ha sido objeto de una investigación y su utilidad fue marcada como acción sugerida, donde se invita a tomar nota de la información proporcionada.

En la tabla 1 se pueden observar las proyecciones de crecimiento del mercado latinoamericano respecto a Colombia y por qué cobra importancia integrar los sistemas y hacer organizaciones más competitivas a nivel regional.

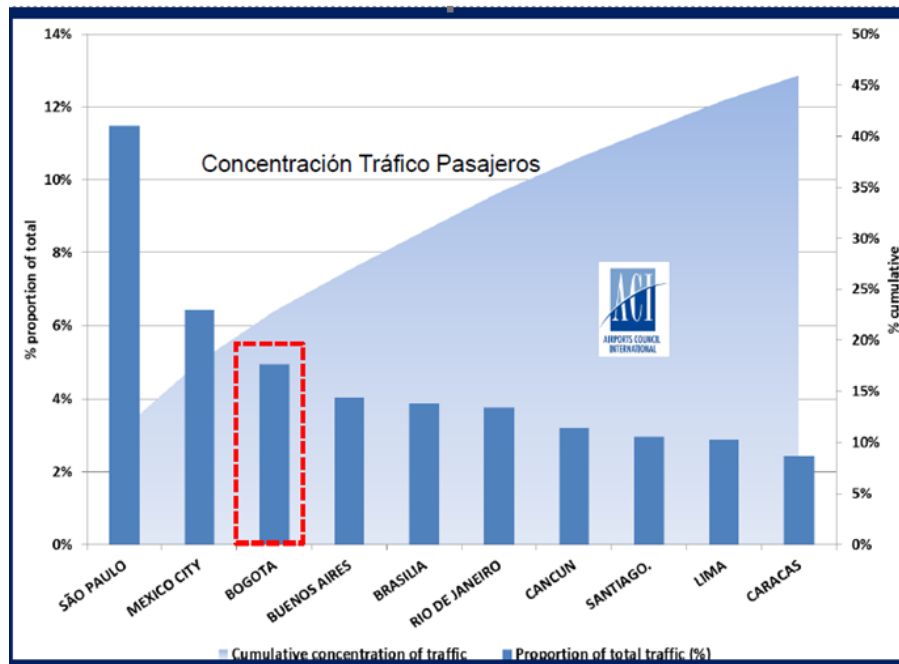
Como se puede observar en la Tabla 1, las regiones que más están presentando crecimiento en el mundo son la región Asia Pacífico y América Latina, incluyendo la proyección para esta década, la cual se sitúa en un 5,6%, situación que se presenta tanto en el tráfico de pasajeros como de carga. En la Figura 1, puede observarse que Colombia, y en particular el aeropuerto El Dorado, tiene un peso significativo en este crecimiento, al ocupar el tercer puesto en pasajeros y el primero en carga.

**Tabla 1***Tasas de crecimiento anual del tráfico mundial*

	<b>2010 – 2020</b>	<b>2020 – 2030</b>	<b>2010 - 2030</b>
África	4.9%	4.5%	4.7%
Asia/Pacífico	6.7%	5.8%	6.3%
Europa	4.3%	3.9%	4.1%
América Latina	6.0%	5.6%	5.8%
Oriente Medio	5.4%	5.0%	5.2%
Norte América	2.9%	3.2%	3.0%
Mundial	4.8%	4.6%	4.7%

*Fuente:* Adaptado de Asociación Internacional de Transporte Aéreo – IATA. (2019).

**Figura 1.** Concentración de tráfico de pasajeros en Latinoamérica.



Fuente: IATA (2019)

#### 1.1.4 Antecedentes en Colombia

La aviación colombiana tanto civil como militar tuvo sus inicios en el año 1919, y se creó gracias a la visión de personas como Camilo Daza, Benjamin Mendez, Herbert Boy, Enrique Concha, entre otros. Históricamente, en octubre de 1919, se fundó la Compañía Real Holandesa de Aviación (KLM) que, aunque no fue la primera aerolínea del mundo, es la única que aún funciona con su nombre original.

En diciembre 5 del mismo año, se creó la Sociedad Colombo Alemana de Transportes Aéreos (SCADTA), antecesora de Avianca. En diciembre de 1929, mediante el decreto 2247, se creó la primera Escuela de Aviación Militar en Flandes, siendo el 10 de diciembre de 1920 la fecha de

creación de la Fuerza Aerea Colombiana, en noviembre de 1924 se reestableció la Escuela Militar de Aviación en Madrid.

En el año 1934, se creó la Comisión Técnica de Aviación, dependiente del Ministerio de Industria, la cual se encargó de normalizar el sector aeronáutico, incluyendo aspectos relativos a las escuelas de aviación, cursos, títulos, calidad del personal docente, equipos y laboratorios, entre otros. Mediante el Decreto 2219 de este mismo año, la Comisión pasó a denominarse Dirección General de Aviación.

Mediante la Ley 89 de 1938, se creó la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), adscrita al Ministerio de Guerra, entidad encargada exclusivamente de todo lo relacionado con administración de la aviación y aeronáutica civil.

En 1944, Colombia firmó el Convenio sobre Aviación Civil Internacional, conocido como el Convenio de Chicago, ratificado en el país mediante la Ley 12 de 1947, ingresando de esta manera a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Mediante Decreto 1721 del 18 de julio de 1960, se transformó en Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil (DAAC) con el fin de dotar a la autoridad aeronáutica de una autonomía administrativa y financiera con unas funciones técnicas y administrativas específicas, para dirigir la política aeronáutica. Con este mismo decreto se deslindó la aviación civil de la militar.

En este mismo tiempo se han desarrollado diversos servicios aeronáuticos, tales como empresas de aviación comercial, tanto de pasajeros como de carga de cubrimiento nacional e internacional, que cubren las llamadas rutas troncales (principales ciudades del país); asimismo, empresas de índole regional y empresas de servicios especializados de transporte chárter. Paralela y complementariamente se ha desarrollado en el sector una serie de empresas de servicios

complementarios para el soporte escuelas de aviación de pilotos, auxiliares de vuelo, personal de despacho, técnicos de aviación, etc. (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, 2020).

Dentro de la evolución de la aviación en Colombia, la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil administra como ente regulador, pues de allí parten las normas y recomendaciones. Así, se desarrolla y concreta su evolución a través de los años, logrando que Colombia se empodere como referente en la aviación en el mundo entero.

La Figura 2 muestra la evolución para hacer una proximidad histórica. De esta parte la regulación que determina la obligatoriedad de cumplimiento en dos de los sistemas de gestión objeto de este proyecto SMS, CASS.

**Figura 2.** Evolución de la aviación civil en Colombia.



Fuente: Aeronáutica Civil (2019)

## **1.2 Descripción del problema**

### ***1.2.1 Problemática General***

En la actualidad, las aerolíneas requieren ser administradas según las exigencias legales, las necesidades de las partes interesadas y la competencia del mercado. Esto hace que se vean obligadas a implementar sistemas de gestión como herramientas gerenciales de mejoramiento que les permitan garantizar la seguridad aérea, mantenerse en el tiempo y asegurar un éxito sostenido. Sin embargo, aunque se tengan las mejores intenciones, la proliferación de múltiples modelos de gestión y el afán de implementarlos puede conducir a dilapidar recursos y esfuerzos aumentando la burocracia y generando pérdida de la concepción sistémica de una organización

Es por ello, que resulta relevante para directivos y colaboradores de toda la aerolínea, conocer y comprender la necesidad y los beneficios de una gestión integrada en la que aborde al mismo nivel y en sinergia temas, seguridad, calidad y productividad como parte una cultura de gestión que unifique políticas, objetivos y actuaciones que aprovechen al máximo los recursos a favor de la sostenibilidad (Anaya, 2017).

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario trascender los sistemas de gestión a un enfoque integrado, donde se logre la comprensión de la organización desde las interacciones y dinámicas que se desarrollan con la articulación de las estructuras de negocio, el direccionamiento estratégico, las culturas de la organización y la integración de los diferentes sistemas de gestión que la organización dispone para implementar su estrategia (Tejada y Peña, 2009).

Las organizaciones de servicios a la aviación colombiana como talleres, aerolíneas de pasajeros y de carga, no son ajenas a la articulación de los sistemas de gestión. Por el contrario, deben garantizar una buena calidad en la prestación del servicio de una manera segura y eficiente minimizando los riesgos. Esta exigencia surge de las mencionadas regulaciones nacionales que, a

la vez, incorporan las normas y métodos recomendados por los SARPS, siglas que se refieren a las normas y métodos recomendados que figuran en los 18 anexos al Convenio sobre la Aviación Civil Internacional de 1944 universalmente aceptadas por los 185 estados contratantes de la OACI. Estas normas y métodos recomendados abarcan todos los aspectos operacionales y técnicos de la aviación, lo cual incluye las numerosas instalaciones y servicios que se requieren para respaldar las operaciones de las aeronaves a escala internacional colectivamente. Los SARPS constituyen la base del desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional contenidos en los respectivos Anexos al Convenio de Chicago (Organización Internacional de la Aviación Civil, 2006).

De esta forma, este proyecto de investigación cobra importancia en el aporte al conocimiento sobre el manejo que las empresas colombianas le están dando actualmente a los sistemas de gestión (tanto regulados como recomendados), puesto que evidencia la necesidad de diseñar una estrategia para la articulación de un sistema de gestión integrado, donde se logre obtener mayor control para la reducción de riesgos, una mejora en el rendimiento de los procesos, una capacitación en calidad de todo el personal involucrado, además de generar iniciativas en las organizaciones del sector en acoger e implementar esta propuesta de manera satisfactoria dentro de su estructura interna para el desarrollo de proveedores, de acuerdo con los programas del gobierno nacional en el programa Colombia Productiva 2030 (Colombia Productiva, 2020; Aeronáutica Civil, 2019).

Es necesario mencionar que, al no abordar el problema de una manera integral y planeada, ante la diversidad de sistemas existentes, se crean numerosos problemas al interior de la organización, en particular en los departamentos de calidad, que en la mayoría de las ocasiones son los responsables de implementar y mantener los mismos. En muchas ocasiones se originan duplicidades, que no solo conllevan una sobrecarga de trabajo, pérdida de esfuerzos y unos

mayores costos, sino que fácilmente se pueden también omitir algunas actividades, lo que crea riesgos innecesarios de consecuencias insospechadas, cuya corrección suele demandar grandes esfuerzos, mucho tiempo de trabajo y un incremento significativo en los costos.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo estructurar una herramienta de articulación de los sistemas de gestión AS/EN 9110, SMS, CASS, RAC, IOSA en las aerolíneas de Colombia que facilite su aplicación y armonización?

## **2. Justificación**

Los motivos que nos llevaron a investigar los sistemas de gestión su aplicabilidad y articulación en las aerolíneas colombianas es porque en la actualidad, para enfrentar los retos en un mundo globalizado donde la competitividad y productividad son estratégicas, las aerolíneas requieren modelos de gestión que propendan por la satisfacción de los clientes, tener algunos por los beneficios que representan, sin descuidar la normatividad y a la vez cumplir con la seguridad es por esta razón que tomando como base la norma AS 9110, que es una norma especializada de calidad para el sector aeroespacial y demás normas que regulan el sector. Se creará una herramienta de articulación que permita evaluar el antes, durante y el después de la complementariedad y convergencia de los sistemas, normas más utilizados en la industria y como esta herramienta pueda solucionar los problemas que aquejan actualmente a las divisiones de calidad por la cantidad de sistemas, auditorías y normas que hay que cumplir y atender.

En el caso colombiano, es importante considerar aspectos fundamentales como son el capital humano, el aporte de la academia en la preparación del recurso humano, la capacidad del Estado para legislar y apoyar el desarrollo del sector. Adicionalmente, es necesario verificar el

cumplimiento de la normatividad y el compromiso del sector privado como integrador y generador de desarrollo.

En Colombia, existen 8 aerolíneas de pasajeros y una en proceso de certificación de acuerdo con la Aeronáutica Civil (2020). Con permiso de operación, que es la autorización por parte del Estado para operar en el país.

Cumplir con la normatividad exigida por las autoridades internacionales FAA, EASA, etc., que regulan la actividad, permite el intercambio de tráfico tanto de pasajeros como de carga, la producción, reparación y utilización de partes certificadas para uso en la industria, así como la capacitación y entrenamiento del personal.

Este proyecto significa un aporte importante al sector, pues elimina la duplicidad de esfuerzos y representa un ahorro significativo en costos y tiempo para las empresas. También cabe señalar que la implementación de todas estas normas de forma articulada en el sector contribuye a la seguridad aérea y operacional del país.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

- Estructurar una herramienta de articulación de los sistemas de gestión AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA para las aerolíneas de pasajeros en Colombia con el fin de facilitar su aplicación y armonización.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la relación entre las normas AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA aplicables en el sector aeronáutico para identificar sus convergencias.
- Describir el estado actual de los sistemas de gestión AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA en el sector aeronáutico colombiano.
- Establecer una propuesta de articulación de las normas AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA en el SG basado en la AS9110.
- Validar el contenido de la propuesta de articulación de los sistemas de gestión AS9100, SMS, CASS, RAC, IOSA para el sector aeronáutico colombiano.

## **4. Marco referencial**

### **4.1 Marco teórico**

#### **4.1.1 Desarrollo histórico sobre la gestión integral**

Teniendo en cuenta el estudio sobre la evolución histórica empresarial, se observa que los inicios de la gestión integral datan de principios del siglo pasado, cuando la competencia industrial era cada vez mayor y se necesitaba sacar al mercado productos o piezas sin defectos. Para ello, establecieron la inspección de materiales y productos durante la producción. Pronto se dieron cuenta de que dicha tarea resultaba costosa y dispendiosa, puesto que requería la supervisión de cada unidad producida. Luego, varios estudios comprobaron que aplicar técnicas de control estadístico mejoraba la eficacia del proceso de inspección, porque se evitaba realizar el monitoreo del 100% de lo producido; por esta razón, se empezaron a realizar inspecciones planificadas tomando algunas muestras representativas a los lotes inspeccionados (Teresa, 2013).

Posteriormente, la industria se vio presionada a reducir aún más los costos, por lo que se estableció la calidad concertada, donde se realizaba un contrato con el proveedor y se debía cumplir con unas especificaciones técnicas. Con este avance las empresas empezaron a definir sus propios procedimientos y normas internas, que obligaban de manera contractual a controlar los sistemas de productos, asegurando su capacidad y responsabilidad, naciendo así el aseguramiento de la calidad. Asimismo, las exigencias del mercado y de los clientes en cuanto a expectativas y requisitos, así como las demandas de la sociedad en aspectos macroeconómicos, de manejo equilibrado y sostenible de los recursos ambientales y sobre todo el efecto positivo que deberían tener las operaciones de negocios sobre el bienestar y la cohesión de la sociedad se entrelazan con el ordenamiento interno de las organizaciones y sus capacidades (Tejada y Peña, 2009).

Por todo lo anterior, las organizaciones deben gestionarse integralmente de manera coherente, sistémica y sistemáticamente para responder a estos retos. La ocupación de los cuerpos gerenciales

debe estar centrada en entender la integralidad de los componentes de la organización, para focalizar y gestionar de manera articulada. La gestión de la gerencia debe, entonces, articular alrededor de los tres pilares del desarrollo sostenible (que por supuesto se engloban dentro de una visión sistémica) mercados, competencia, clientes, productos, necesidades, requisitos, cultura del medio, por mencionar solo algunos, con toda la capacidad interna de la organización, para hacerse reconocible por parte de mercados, clientes y usuarios en el largo plazo. De esta forma será sostenible (Tejada y Peña, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolla para el proyecto una estrategia para la articulación de sistemas de gestión en la aviación colombiana. Se espera que dicha estrategia fortalezca los sistemas de gestión en términos de confiabilidad, transparencia y creación de valor para todas las partes interesadas, verificación y auditoría ética y social para mejorar sistemáticamente el desempeño de las aerolíneas.

#### ***4.1.1.1 Operational Safety Audit (IOSA – AITA)***

El Programa IOSA de la IATA Auditoría de Seguridad Operacional es un sistema de evaluación reconocido y aceptado internacionalmente, diseñado para evaluar los sistemas de gestión y control de operaciones de una compañía aérea. La auditoría IOSA crea un estándar comparable a nivel mundial, que permite y maximiza el uso conjunto de los informes de auditoría. Esto ha ahorrado a la industria más de 6400 auditorías redundantes y continúa generando grandes ahorros de costos para las aerolíneas participantes de IOSA.

#### ***4.1.1.2 Continuing Analysis and Surveillance System (CASS)***

CASS es un sistema de aseguramiento de la calidad de la compañía aérea. De manera estructurada y metódica, CASS proporciona a las compañías aéreas la información necesaria para

tomar decisiones y llegar a sus objetivos del programa de mantenimiento. Además, si CASS se usa correctamente, se convierte en un elemento inherente. Parte de la forma de hacer negocios de la compañía aérea y ayuda a promover una cultura de seguridad dentro de la empresa. Además, monitorea varios programas, principalmente el programa de mantenimiento de aeronavegabilidad continuada (CAMP, por sus siglas en inglés) de la compañía aérea y programas de mantenimiento que incluyen inspección. Todas las compañías aéreas tienen un CAMP para asegurarse de que sus aeronaves se mantengan adecuadamente.

La función principal de CASS es garantizar que el CAMP de cada compañía aérea es efectivo. Un CAMP en funcionamiento previene fallas prematuras mientras.

#### ***4.1.1.3 Safety Management System (SMS)***

Es un sistema de gestión para la seguridad operacional que sirve para garantizar la operación segura de las operaciones, mediante la gestión de riesgos.

Este sistema está diseñado para mejorar continuamente la seguridad operacional mediante la identificación de peligros, la recopilación y el análisis de datos y la evaluación continua de los riesgos de la seguridad operacional. El SMS busca contener o mitigar proactivamente los riesgos antes de que produzcan accidentes e incidentes de aviación.

#### ***4.1.1.4 Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC)***

Es el conjunto ordenado de reglas y procedimientos adoptados y/o expedidos por la unidad administrativa especial de la aeronáutica civil, con la finalidad de implementar las normas y los métodos recomendados de los anexos al convenio sobre la aviación civil internacional y las normas y políticas para Colombia.

#### ***4.1.1.5 AS/EN 9110 NORMA PARA LA INDUSTRIA AEROESPACIAL***

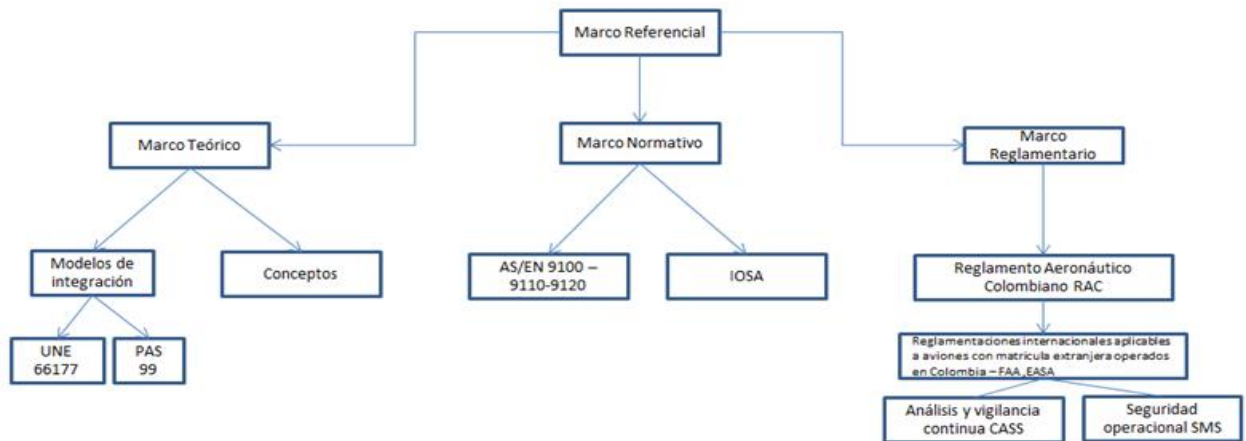
Las normas del sector aeroespacial 9100/9110/9120 tienen como punto de partida la norma ISO 9001:2015 de Sistemas de Gestión de la Calidad, con adiciones específicas para las industrias de aviación, espacial y defensa.

La supervisión del Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial (IAQG, por sus siglas en inglés) es el encargado de su desarrollo.

## 4.2 Marco conceptual

### 4.2.1 Sistemas de Gestión Integrado

*Figura 3. Mapa conceptual del marco de referencia*



*Fuente:* Elaboración propia

## 4.3 Marco normativo

### 4.3.1 International Aerospace Quality Group (IAQG)

Como asociación internacional sin fines de lucro según la ley belga con oficina registrada en Bruselas (Bélgica), el International Aerospace Quality Group (IAQG) se estableció en 1998 bajo el paraguas de la Society of Automotive Engineers (SAE). En 2013, la IAQG se convirtió en una asociación internacional sin fines de lucro, según la ley de Bélgica.

La IAQG establece el estándar de calidad dentro de la cadena de suministro mundial de la industria aeroespacial. La organización está compuesta por empresas miembros de las industrias de la aviación, el espacio y la defensa, que diseñan, desarrollan, fabrican y dan soporte a equipos originales a nivel de sistemas o subsistemas. La IAQG establece sistemas de calidad y estándares de mejora continua. Estos estándares están documentados, publicados y aplicados

internacionalmente por los fabricantes de equipos originales (OEM) y se distribuyen a lo largo de la cadena de suministro.

#### **4.3.1.1 Objetivos de la IAQG**

- Establecer elementos comunes de los sistemas de calidad de la aviación, el espacio y la defensa, "según lo documentado" y "según se aplique".
- Establecer e implementar un proceso de mejora continua para dar vida a las iniciativas.
- Establecer métodos para compartir las mejores prácticas en la industria de la aviación, el espacio y la defensa.
- Coordinar iniciativas y actividades con agencias reguladoras/gubernamentales y otras partes interesadas de la industria.

IAQG es el líder mundial para las industrias de la aviación, el espacio y la defensa y establece los estándares de calidad dentro de su cadena de suministro. Sus miembros se unen para mejorar la industria mediante la racionalización de las iniciativas, el enfoque en la calidad y la promoción continua de armonizaciones. Además, su vasta experiencia y conocimientos validan y promueven las mejores prácticas de la industria, mientras buscan colectivamente mejorar todo el flujo de valor y reducir las actividades y los costos sin valor agregado.

Es así como se establecen las normas de la familia 9100 que a su vez está basada en la norma 9001 y se revisan un año después de la revisión de la norma ISO 9001. Por ejemplo, la última versión ISO 9001: 2015 en la norma aeroespacial 9100: 2016. AS9100 incorpora todos los elementos de ISO 9001 más los elementos adicionales únicos para la industria aeroespacial. Una de las características más importantes de AS9100 es la resurrección de algunos elementos críticos de MIL-Q, las especificaciones militares que fueron dejadas de lado cuando la ISO 9000 apareció en escena.

La familia de la norma AS 9100 se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Familia de la norma AS 9100*

AS9100	Sistema de Gestión de la Calidad Aeroespacial, requerimientos para diseño y/o manufactura de productos aeroespaciales.
AS9101	Sistema de Gestión de la Calidad, Evaluación del Sistema.
AS9102	Sistema de Gestión de la Calidad, requerimientos de inspección de primer artículo.
AS9103	Sistema de Gestión de la Calidad, Variación en la Gestión de las Características Clave.
AS9110	Sistema de Gestión de la Calidad Aeroespacial, requerimientos para el mantenimiento de la organización.
AS9120	Sistema de Gestión de la Calidad Aeroespacial, requerimientos para Distribuidores.

*Fuente:* Air Quality International Group (2017)

#### **4.3.3.2 Revisión 2016**

Los productos aeroespaciales están sometidos a unas muy altas exigencias en temas de calidad, fiabilidad y mantenibilidad debido a las condiciones de operación de los mismos, que ha provocado que la normativa de calidad en el sector aéreo sea una de las más exigentes en el ámbito industrial. Así a las normas ISO 9000 para el Aseguramiento de la Calidad, hay que añadir las normas publicadas por el Ministerio de Defensa de EE.UU., la normativa OTAN, la normativa de las Autoridades de Aviación Civil, la de la NASA o la de la Agencia Espacial Europea. Las empresas del sector se encontraban con distintas normativas que satisfacer, establecidas tanto por grandes fabricantes como por las autoridades, tanto civiles como militares. Esto provocaba unos altos costes en las empresas que se veían sometidas a múltiples auditorías y a cambios constantes en sus Sistemas de Gestión de la Calidad para cumplir con los diversos requisitos impuestos. Tradicionalmente estas auditorías eran llevadas a cabo por el propio cliente del suministrador, que utilizaba su propio criterio y método de auditoría. Estas auditorías eran conocidas como Esquemas

de Segunda Parte. Algunos ejemplos son: Boeing D1-9000; auditorias llevadas a cabo por Agencias de Defensa (por ejemplo: DEF STANS, AQAPS, MIL-SPECS, etc.). Las autoridades de aviación utilizaban también auditorias de sistemas de gestión de calidad como parte de su propio proceso para la aprobación de organizaciones aeroespaciales (por ejemplo: organizaciones de fabricación, de mantenimiento, reparación, revisión, etc.).

La "ISO 9001" debe cambiar para:

- Adaptarse a un mundo cambiante.
- Mejorar la capacidad de una organización para satisfacer a sus clientes.
- Proporcionar una base sólida para el futuro.
- Reflejar los entornos cada vez más complejos en los que las organizaciones operan.
- Asegurar que la nueva norma refleje las necesidades de todos los interesados.
- Integrar con otros sistemas de gestión.

#### **4.3.2 Operational Safety Audit (IOSA – AITA)**

El Manual de Estándares de IOSA (ISM) se publica con el fin de proporcionar sus estándares, las prácticas recomendadas (ISARP), material de orientación asociado y otra información de apoyo necesaria para que un operador se prepare con éxito para una auditoría. Es la única fuente de criterios de evaluación que deben utilizar los auditores al realizar una auditoría contra los ISARP. También se puede utilizar como guía para cualquier operador que desee estructurar sus sistemas de control y gestión operativa de conformidad con las últimas prácticas operativas de la industria aeronáutica.

El ISM está organizado de la siguiente manera:

- Sección 1 → Sistema de Organización y Gestión (ORG);

- Sección 2 → Operaciones de vuelo (FLT);
- Sección 3 → Control operacional y despacho de vuelo (DSP);
- Sección 4 → Ingeniería y mantenimiento de aeronaves (MNT);
- Sección 5 → Operaciones de cabina (CAB);
- Sección 6 → Operaciones de asistencia en tierra (GRH);
- Sección 7 → Operaciones de carga (CGO);
- Sección 8 → Gestión de seguridad (SEC).

A cada sección de este manual se le asigna un identificador asociado de 3 letras (entre paréntesis arriba). El número de referencia para cada práctica estándar o recomendada dentro de una sección incluye el identificador específico de 3 letras para esa sección

Los requisitos de seguridad y protección publicados en los Anexos del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Anexos de la OACI) son la fuente principal de especificaciones contenidas en los ISARP. Los requisitos de seguridad y protección en los Anexos de la OACI que se utilizan como base para los ISARP son aquellos que son aplicables directa o indirectamente al explotador aéreo.

#### ***4.3.2.1 Guía de aplicabilidad***

Para brindar orientación a los operadores, se encuentra un cuadro de aplicabilidad al comienzo de cada sección del manual. En este, hay una descripción general de la aplicabilidad de los ISARP contenidos en la sección. La aplicabilidad de las normas individuales o las prácticas recomendadas siempre la determina el auditor. Como medio para ayudar con la interpretación de la aplicación individual, muchos ISARP comienzan con una frase condicional como se describe abajo.

#### ***4.3.2.2 Aplicabilidad sistémica***

Al tomar una determinación sobre la aplicabilidad de los ISARP individuales, es importante tener en cuenta las operaciones (relevantes para el estándar individual o la práctica recomendada) que se llevan a cabo dentro de las estaciones y ubicaciones en toda la red del operador.

Los ISARP publicados en esta versión del ISM son aplicables solo para la auditoría de un operador que opera un mínimo de una (es decir, una o más) aeronaves multimotor de dos pilotos con una masa máxima de despegue certificada superior a 5.700 kg (12.566 lb) para realizar vuelos de pasajeros con o sin tripulación de cabina, y vuelos de carga con o sin transporte de pasajeros o supernumerarios. No se pueden aplicar ni utilizar para la auditoría de un operador en caso de que no funcione un mínimo de una aeronave como se especifica arriba o en caso de que tenga todas las operaciones de aeronaves realizadas por otro operador. Tampoco pueden aplicarse ni utilizarse para la auditoría de operaciones que se realizan con aeronaves que tengan una masa máxima certificada de despegue de 5.700 kg (12.566 lb) o menos, aeronaves monomotor, aeronaves con motor de pistón, aeronaves de un solo piloto, helicópteros e hidroaviones.

En una auditoría, los ISARP se aplican solo a aquellas aeronaves que son del tipo autorizado en el Certificado de Operador Aéreo (AOC) y se utilizan en operaciones comerciales de pasajeros y/o carga. Ciertos ISARP también son práctica estándar o recomendada.

#### ***4.3.2.3 Aplicabilidad de sistemas y equipos***

Se evalúa la conformidad de las aeronaves que cumplen con los criterios de aplicabilidad de aeronaves especificados anteriormente con las especificaciones de los sistemas y equipos de cabina y aeronaves aplicables contenidas en la Sección 4 (MNT) de ISM.

#### ***4.3.2.4 Explicación de los ISARP***

Los ISARP contenidos en el manual se han desarrollado para su uso en el marco del programa IOSA y contienen los criterios operativos en los que se basan las auditorías. Los ISARP no son regulaciones.

Los estándares IOSA son sistemas, políticas, programas, procesos, procedimientos, planes, conjuntos de medidas, instalaciones, componentes, tipos de equipos o cualquier otro aspecto de operaciones especificados bajo el alcance de IOSA, que se ha determinado que son una necesidad operativa, y con los que se espera que el operador esté en conformidad al final de una auditoría.

Los estándares siempre contienen la palabra "deberá"; por ejemplo, "El operador deberá tener un proceso..." para indicar que la conformidad por parte de un operador que está siendo auditado es un requisito para el registro IOSA.

Durante una auditoría, la determinación de la no conformidad con las especificaciones contenidas en un estándar IOSA da como resultado un hallazgo, que a su vez resulta en la generación de un Informe de Acción Correctiva (CAR). Para cerrar un hallazgo, un operador desarrollará un Plan de Acción Correctiva (CAP) y luego implementará una acción correctiva de acuerdo con el CAP.

#### ***4.3.2.2 Prácticas recomendadas***

Las prácticas recomendadas IOSA son sistemas, políticas, programas, procesos, procedimientos, planes, conjuntos de medidas, instalaciones, componentes, tipos de equipos especificados o cualquier otro aspecto de las operaciones bajo el alcance de auditoría de IOSA que se ha determinado como operacionalmente deseable, pero la conformidad es opcional por un operador. Las prácticas recomendadas siempre contienen la palabra en cursiva "debería" (Por ejemplo, "El operador debería tener una política ...") para indicar que la conformidad es opcional.

Durante una auditoría, una determinación de no conformidad con las especificaciones contenidas en una práctica recomendada de IOSA da como resultado una observación, que a su vez da como resultado la generación de un CAR.

Un operador no está obligado a cerrar una observación con una acción correctiva, pero como mínimo debe proporcionar la parte del análisis de causa raíz (RCA) del CAP. Sin embargo, si un operador elige cerrar una observación, requerirá la implementación posterior de una acción correctiva de la misma manera que se requiere para cerrar un hallazgo.

### ***Frase condicional***

Ciertas disposiciones —es decir, normas o prácticas recomendadas, o subespecificaciones dentro de ciertas disposiciones— comienzan con una frase condicional. Dicha frase establece las condiciones (una o más) que sirven para definir la aplicabilidad de la disposición o subespecificación al operador individual que se audita. Una frase condicional comienza con las palabras “Si el operador ...”.

Al evaluar a un operador con respecto a una disposición o subespecificación que comienza con una frase condicional, el auditor primero determinará si un operador cumple con las condiciones establecidas en la frase condicional. Si cumple con las condiciones establecidas, la disposición o subespecificación es aplicable al operador y debe evaluarse su conformidad. De lo contrario, la disposición o subespecificación no es aplicable a ese operador, y dicha no aplicabilidad se registrará como N/A.

El ISM se utiliza en asociación con los siguientes manuales relacionados:

- Manual del programa IOSA (IPM);
- Manual de referencia de IATA para programas de auditoría (IRM).
- Manual de auditoría de IOSA (IAH).

### ***4.3.2.3 IOSA y su transformación después de la COVID 19***

IOSA tendrá una nueva plataforma digital que evitará el manejo manual de los datos de aerolíneas, que vuelve engorrosos los procesos de análisis y generación de propuestas de mejora en seguridad.

Por ejemplo, se generará un panel interactivo para los reportes de auditorías, en lugar del formato PDF que se utiliza actualmente. Asimismo, las compañías tendrán acceso a información instantánea sobre los perfiles operacionales de sus homólogas (incluyendo información de flota), reduciendo así el tiempo de conformación de sus propios perfiles de seguridad.

Así, la transformación digital de IOSA prevé aplicar los siguientes pilares:

1. Un enfoque de gestión de datos
2. Una plataforma colaborativa
3. Una remasterización digital de los procesos del programa de auditoría

Los propios procesos de IATA se volverán soluciones escalables y automatizadas –como rastreos de solicitudes y listas de referencia fáciles de consultar–, a modo de poder mapear los estándares IOSA dentro de las regulaciones de FAA, EASA y OACI. (Aviación 21, 2018).

El estudio de IOSA no solo constituye una mayor garantía de seguridad, sino que la compañía certificada con IOSA goza de grandes beneficios de cara al sector, al cliente y al público en general. Según Martínez (2012), cumplir los requisitos IOSA supondrá beneficios adicionales a los mencionados anteriormente, así como una mayor consideración por parte de las empresas del sector, una mayor confianza de posibles inversores, un aumento de prestigio e incluso de popularidad en general. Una empresa certificada como IOSA supondrá una garantía de solvencia y calidad que se puede traducir en mejores condiciones a la hora de realizar transacciones con bancos, como petición de créditos, interés de otras empresas y valor añadido para las acciones de

la empresa. Adicionalmente, en el caso de un usuario final que conozca las condiciones IOSA, puede ser motivo de elección frente a otras aerolíneas competidoras no certificadas.

Con la implantación y aceptación internacional de IOSA, las compañías aéreas y los organismos reguladores logran los siguientes beneficios:

- Reducción de los costes y de recursos necesarios para las auditorías para las líneas aéreas y los organismos reguladores.
- Actualización continua de las normas para reflejar las revisiones regulatorias y la evolución de las mejores prácticas dentro de la industria.
- Un programa de auditoría de la calidad bajo la administración continua de IATA.
- Organizaciones de auditoría con los auditores acreditados, formalmente entrenados y calificados.
- Organizaciones de formación acreditadas con cursos estructurados de formación de auditores.
- Una metodología de auditoría estructurada, incluyendo listas de chequeo estandarizadas.
- Eliminación de la redundancia de auditoría a través de la aceptación mutua de los informes de auditoría.

Puesto que las aerolíneas IOSA son miembros IATA, también gozan de los siguientes beneficios:

- Reconocimiento internacional
- Participación en las prioridades clave de la industria y en el impulso del cambio industrial.
- Comunicación fluida entre todos los miembros IATA.
- Fácil acceso a programas de entrenamiento y otros servicios

### 4.3.3. Safety Management System (SMS)

Es un sistema de gestión de la seguridad operacional de obligatorio cumplimiento en regulaciones, nacionales e internacionales. Surge de la normativa emitida por la OACI a principios de noviembre de 2006 e incluye el desempeño humano como factor fundamental para la gestión de seguridad durante el diseño y posterior operación.

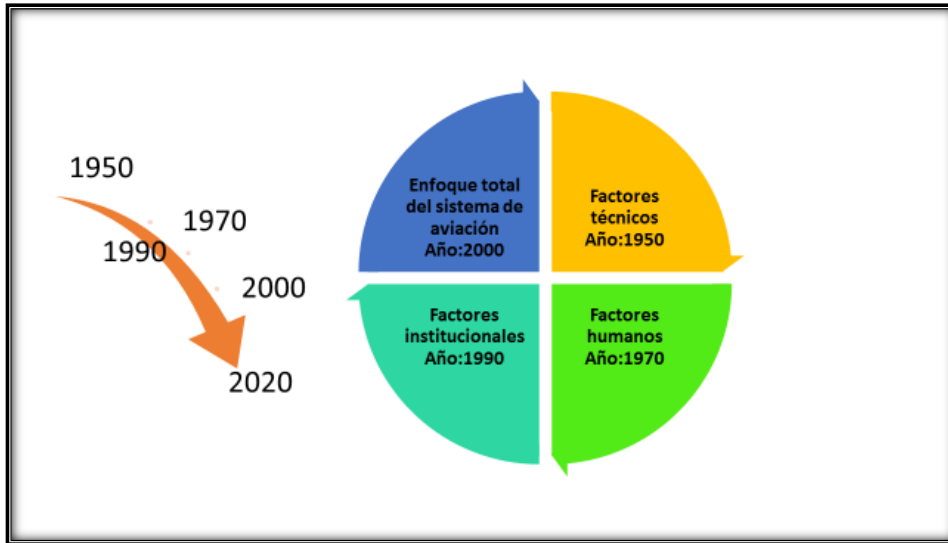
Dentro del contexto de la aviación, la seguridad operacional es “El estado donde la posibilidad de dañar a las personas o las propiedades se reduce y mantiene al mismo nivel o debajo de un nivel aceptable mediante un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos de la seguridad operacional” (LAR 153. Apéndice 1 - SMS & OACI Doc. 9859 Concepto de Seguridad Operacional).

La seguridad operacional involucra tres factores primordiales: técnicos, humanos e institucionales.

- **Técnicos:** se refieren a todo modelo de componente técnico, falla tecnológica e investigación que reducen el riesgo de accidentes.
- **Humanos:** Hace referencia a la relación hombre-máquina. Puede considerar diversos factores y condiciones de las personas, entre ellos, pilotos, controladores, técnicos, ingenieros, que sin un óptimo desempeño de sus actividades pueden generar altas probabilidades de accidentes.
- **Institucionales:** se refieren a toda la estructura corporativa. Generan un impacto en la cultura y las políticas institucionales mediante el manejo de diversas metodologías, y se basan en el análisis y la recopilación de datos históricos enmarcados dentro de un proceso estadístico.

La Figura 4 muestra la evolución de estos factores.

**Figura 4.** Evolución del sistema de gestión de seguridad operacional en el tiempo.



*Fuente:* Elaboración propia

Estos factores expuestos anteriormente pretenden generar medidas de prevención para diferentes condiciones que representan riesgos que constantemente permanecen encubiertos o disimulados.

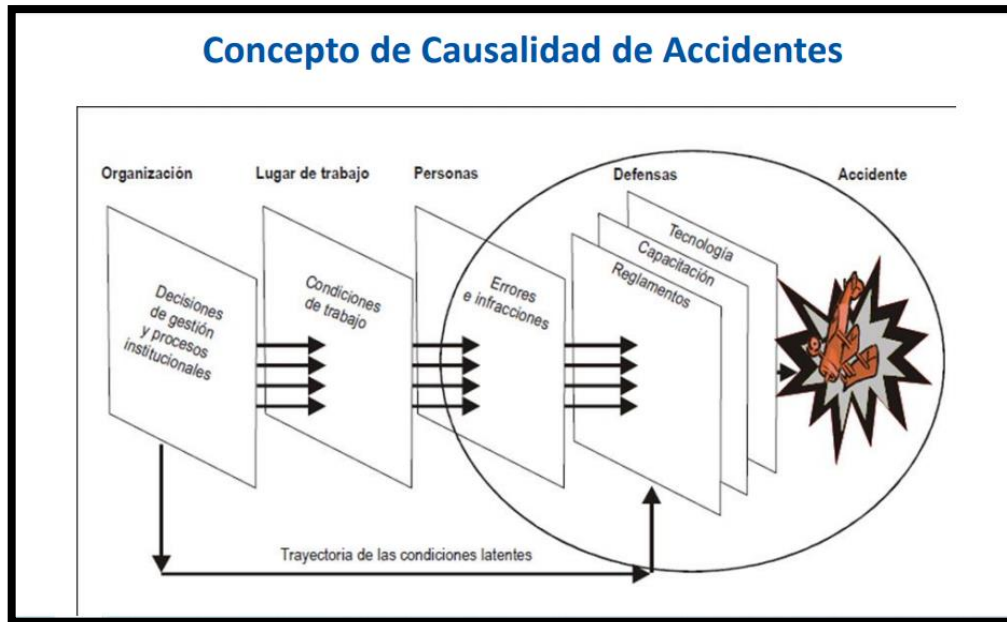
**Figura 5.** Sistema de Seguridad Operacional SMS.



*Fuente:* Elaboración propia

En la relación hombre-máquina, se da la mayor producción de accidentes en aviación, con un porcentaje del 99 % se presenta por errores humanos, tal cual se presenta en la Figura 6.

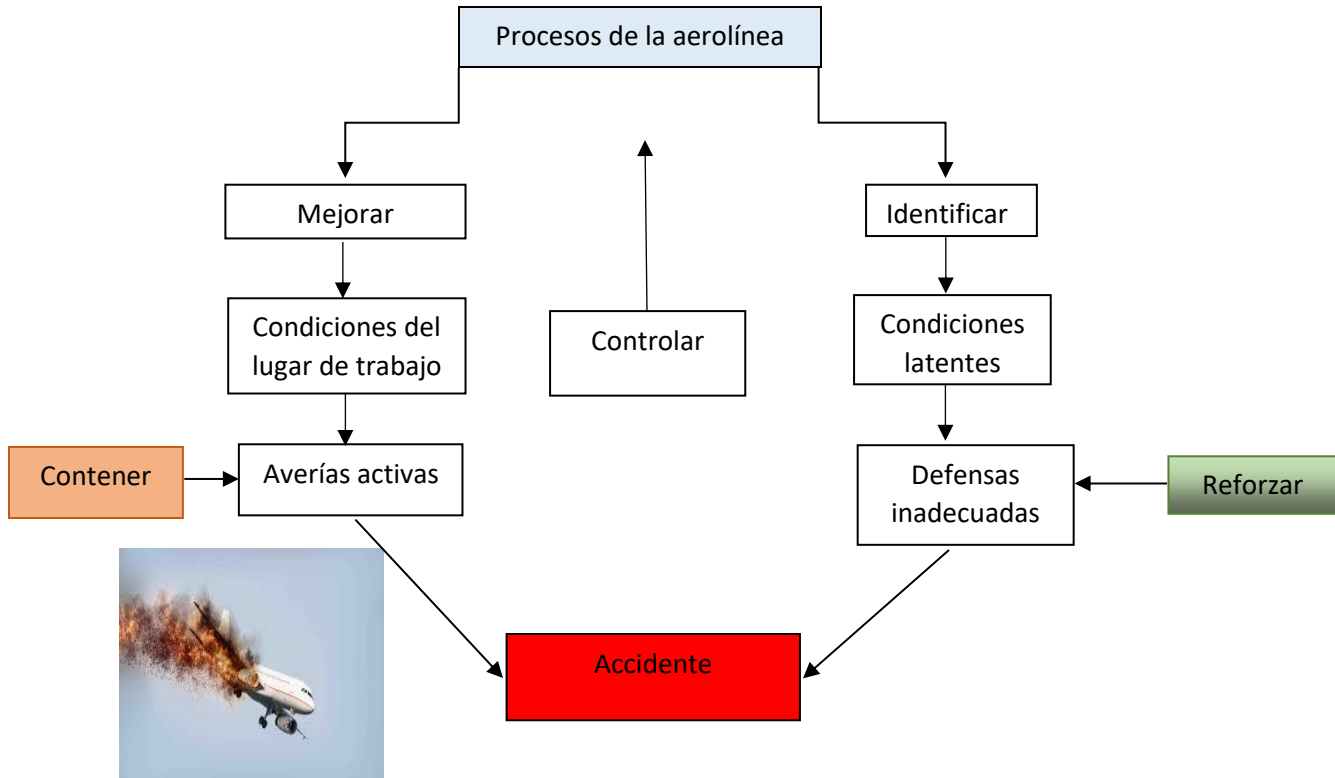
**Figura 6.** Concepto de Causalidad de Accidentes.



Fuente: SMS OACI. (2018)

**Figura 7.** El Accidente Organizacional

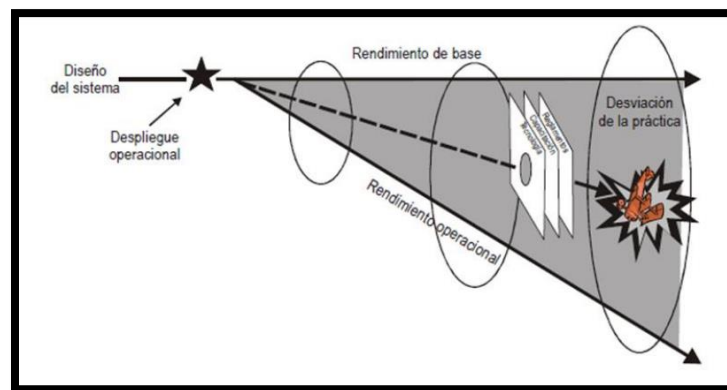
En esta figura se muestra como un proceso en la aerolínea sin las debida defensas y condiciones latentes pueden generar un accidente



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** La desviación de la práctica.

En esta figura podemos ver el principio del queso suizo de causalidad de los accidentes



Fuente: SMS OICAO (2018)

Es importante entender el principio y las políticas del SMS ya que es un sistema que debe permear toda la aerolínea, y todos sus colaboradores, aquí explicamos un poco de como funciona, haciendo una analogía se puede ver como la norma ISO 31000 y la importancia de cubrir todos los riesgos que pueden llevar a un accidente aéreo donde sus consecuencias son catastróficas para cualquier aerolínea

#### ***4.3.2.4 Estructura del SMS para organizaciones***

##### Política y objetivos de seguridad operacional

- Responsabilidad y compromiso de la administración
- Responsabilidades respecto de la seguridad operacional
- Designación del personal clave de seguridad operacional
- Coordinación de planificación de respuesta de emergencia
- Documentación del SMS

##### Gestión de riesgos de seguridad operacional

- Identificación de peligros
- Evaluación y mitigación del riesgo de seguridad operacional

##### Garantía de seguridad operacional

- Supervisión y medición de la eficacia de la seguridad operacional
- Gestión de cambio
- Mejora continua del SMS

##### Promoción de seguridad operacional

- Instrucción y educación
- Comunicación de la seguridad operacional

## Estrategias

- Método reactivo: responde a los acontecimientos que ya ocurrieron tales como incidentes y los accidentes.
- Método proactivo: busca activamente identificar riesgos potenciales a través del análisis de las actividades de la organización.
- Método predictivo: documenta el desempeño espontaneo del personal y lo que realmente ocurre en las operaciones diarias.

## Tabla 3

En la tabla 3, 4,5,6 y figura 9 podemos ver como se analizan los riesgos en la aviación su respectiva calificación ya que son mundialmente reconocidos y toda aerolínea debe hacer uso de estos.

### *Probabilidad del riesgo operacional*

<b>Definición cualitativa</b>	<b>Significado</b>	<b>Valor</b>
Frecuente	Probable que ocurra muchas veces (Ha ocurrido frecuentemente)	5
Ocasional	Probable que ocurra algunas veces	4
Remoto	Muy improbable que ocurra	3
Remoto	Muy improbable que el evento ocurra	2
Extremadamente improbable	Casi inconcebible que el evento ocurra	1

*Fuente: SMS OICAO (2018)*

## Tabla 4

### *Gravedad del riesgo de la seguridad operacional*

<b>Definiciones de aviación</b>	<b>Significado</b>	<b>Valor</b>
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destrucción de equipamiento</li><li>• Muertes múltiples</li></ul>	A
Peligroso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o de carga de trabajo tal que</li></ul>	B

	<p>los operadores no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesiones serias</li> <li>• Daños mayores de equipamientos</li> </ul>	
Mayor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una reducción significativa de los márgenes de seguridad, una reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operativas adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia</li> <li>• Incidente serio</li> <li>• Lesiones a las personas</li> </ul>	
Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferencia</li> <li>• Limitaciones operativas</li> <li>• Utilización de procedimientos de emergencia</li> <li>• Incidentes menores</li> </ul>	D
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consecuencias leves</li> </ul>	E

Fuente: SMS ICAO (2018)

**Tabla 5**

*Matriz de evaluación del riesgo de seguridad operacional*

Probabilidad del riesgo	Gravedad del riesgo				
	Catastrófico A	Peligroso B	Importante C	Leve D	Insignificante E
<b>Frecuente 5</b>	5A	5B	5C	5D	5E
<b>Ocasional 4</b>	4A	4B	4C	4D	4E
<b>Remoto 3</b>	3A	3B	3C	3D	3E
<b>Improbable 2</b>	2A	2B	2C	2D	2E
<b>Sumamente improbable 1</b>	1A	1B	1C	1D	1E

Fuente: SMS OICAO (2018)

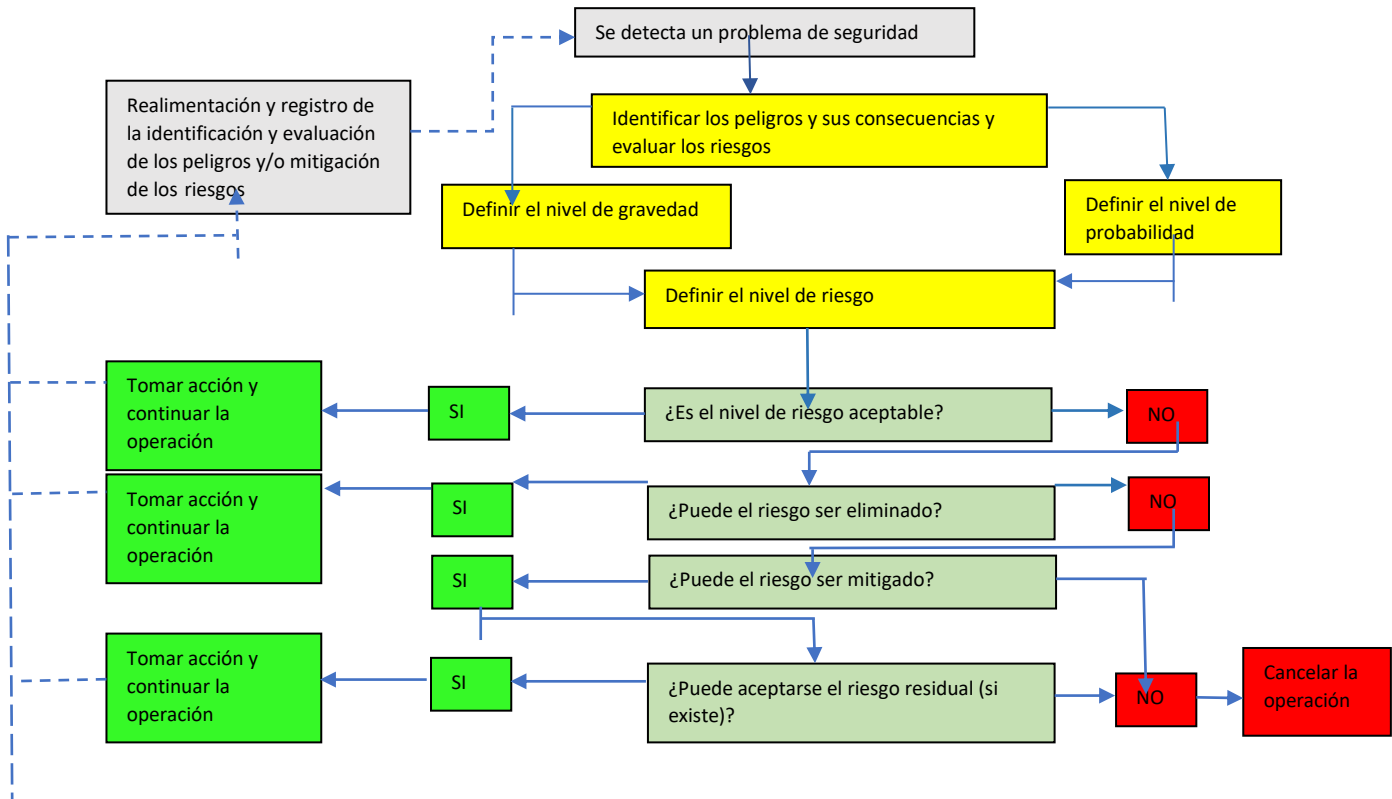
**Tabla 6**

*Matriz de tolerabilidad del riesgo de seguridad operacional*

Descripción de la tolerabilidad	Índice de riesgo evaluado	Criterios sugeridos
Región intolerable	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Inaceptable según las circunstancias existentes
Región tolerable	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A.	Aceptable según la mitigación de riesgos. Puede necesitar una decisión de gestión.
Región aceptable	3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E.	Aceptable.

Fuente: SMS OICAO (2018)

**Figura 9. Retroalimentación, registro, evaluación y mitigación de riesgos y peligros**



*Fuente: SMS OICAO (2018)*

### **4.3.3 Continuing Analysis and Surveillance System (CASS)**

#### ***Sistema de análisis y vigilancia continua DOT/FAA/AR-03/70***

Desde 1964, todos los transportistas aéreos están obligados por reglamentación a realizar evaluaciones continuas de sus programas de mantenimiento. Para ello, requieren que las compañías aéreas establezcan un Sistema de Análisis y Vigilancia Continua (CASS, por sus siglas en inglés) para evaluar, analizar y corregir las deficiencias en el desempeño y la eficacia de sus programas de inspección y mantenimiento. Estas regulaciones no distinguen entre las funciones de mantenimiento que realiza la compañía aérea y las que subcontrata. Sin embargo, la responsabilidad del CASS sigue siendo de la compañía aérea.

El CASS es un sistema de aseguramiento de la calidad de las compañías aéreas y debe constar de las siguientes funciones: vigilancia, controles, análisis, acciones correctivas y seguimiento. Juntas, estas funciones forman un sistema de circuito cerrado que permite a la compañía aérea controlar la calidad de su mantenimiento. De forma estructurada y metódica, el CASS proporciona a las compañías aéreas la información necesaria para tomar decisiones y alcanzar los objetivos de su programa de mantenimiento. Además, si el CASS se utiliza correctamente, se convierte en una parte inherente de la forma de hacer negocios de la compañía aérea y ayuda a promover una cultura de seguridad dentro de la empresa.

Si bien la regulación que rige el CASS es breve, su escaso lenguaje requiere un sistema complejo. Cada CASS debe establecer metas altas, y la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) está facultada por las regulaciones para exigir cambios en el programa de mantenimiento de una compañía aérea si muestra signos de debilidad. Las compañías aéreas existentes pueden utilizar los modelos como una comparación con sus CASS existentes y

determinar su eficacia. Los resultados de este informe se basan en la información recopilada a través de investigaciones y entrevistas *in situ* con representantes de la industria, autoridad y asociaciones comerciales.

EL CASS es un sistema de aseguramiento de la calidad de las compañías aéreas. De manera estructurada y metódica, proporciona a las compañías aéreas la información necesaria para tomar decisiones y alcanzar los objetivos de su programa de mantenimiento. Además, si se utiliza correctamente, se convierte en una parte inherente de la forma de hacer negocios de la compañía aérea y ayuda a promover una cultura de seguridad dentro de la empresa. El CASS monitorea varios programas, principalmente los Programas de Mantenimiento Continuo de Aeronavegabilidad (CAMP) de la compañía aérea, que incluye inspección. Todas las compañías aéreas tienen un CAMP para garantizar que sus aeronaves se mantengan adecuadamente. La función principal del CASS es garantizar que el CAMP de cada compañía aérea sea eficaz. Un CAMP funcional evita fallas prematuras al tiempo que aumenta la confiabilidad de la aeronave y las piezas y la seguridad general. En un mundo ideal, el CAMP de la compañía aérea se aseguraría de que no hubiera eventos entre las verificaciones programadas de la aeronave. En realidad, cada CAMP debe ajustarse continuamente para avanzar hacia este ideal. Un CASS eficaz debe identificar los elementos que son perjudiciales para la eficacia general del CAMP de la compañía aérea y corregir esas deficiencias antes de que se conviertan en problemas sistémicos.

Lo anterior fue tomado de la filosofía del sistema CASS de la FAA. Sin embargo, en el reglamento aeronáutico colombiano fue adoptado como de obligatorio cumplimiento por las aerolíneas en el RAC 121 y 135 anterior a la transición parte 4.

### ***Recopilación de datos***

Para lograr estos objetivos, el CASS recopila datos y los analiza de varios elementos del CAMP de una compañía aérea. Estos datos se pueden clasificar en datos de rutina, de auditoría y otros, según su fuente.

Los datos de rutina son aquellos que pueden o no ser requeridos por las regulaciones, pero que los transportistas aéreos recopilan de manera regular, a través de fuentes, como inspecciones de aeronaves, mantenimiento programado, programa de inspección requerido (RII), revisión de aviones, motores, hélices y aparatos, reparaciones y alteraciones mayores, programa de confiabilidad, programa de inspección estructural, informes de confiabilidad, problemas de aeronaves envejecidas —como programas de control y prevención de la corrosión—, documentos de inspección estructural suplementarios, documento de inspección estructural y evaluaciones de reparación estructural, pruebas no destructivas.

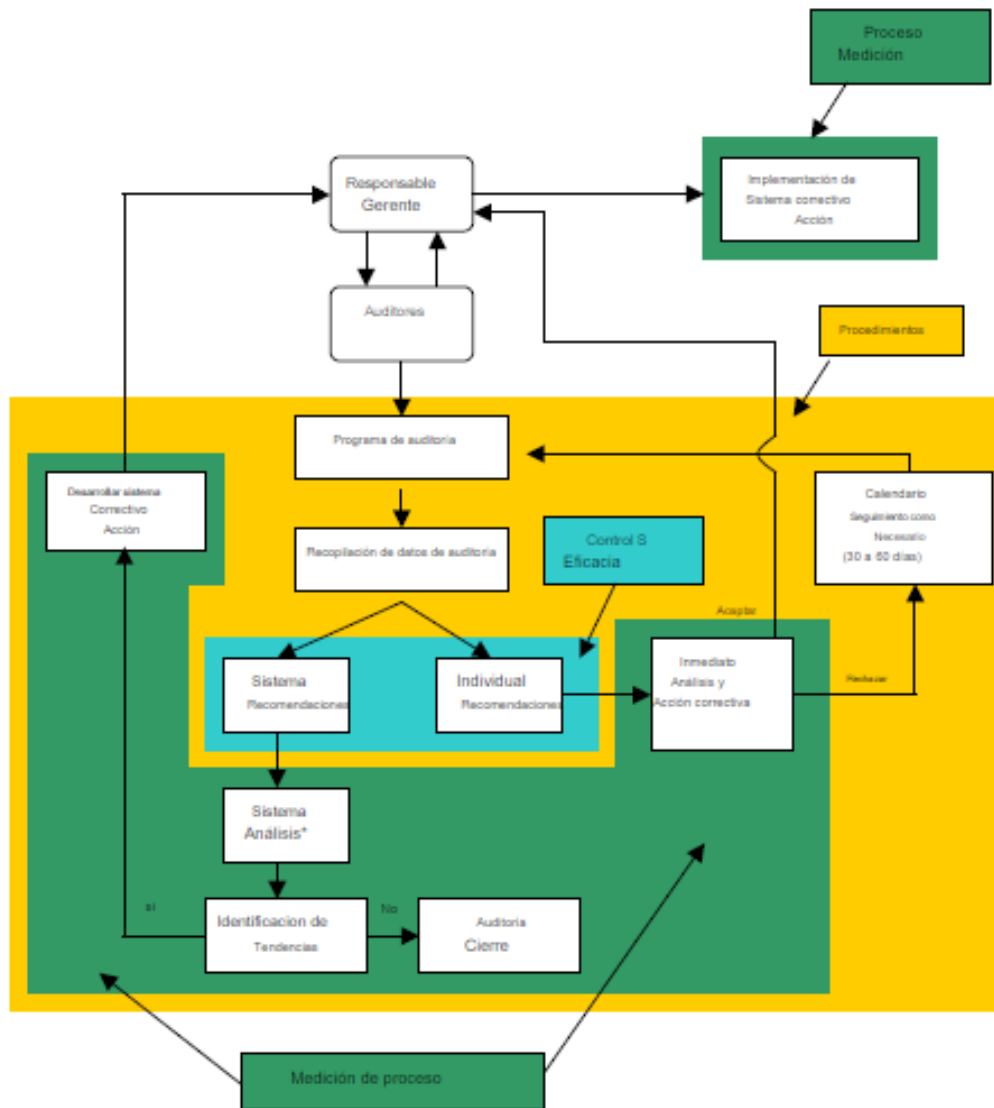
Los datos de vigilancia/auditoría se recopilan durante las auditorías del CASS, de fuentes como responsabilidades de aeronavegabilidad, manuales de mantenimiento, organización y personal de mantenimiento, entrenamiento de mantenimiento, cumplimiento de la directiva de aeronavegabilidad (AD), cumplimiento del boletín de servicio, instalaciones, capacidades y rendimiento del proveedor —incluida la información de piezas, como el uso excesivo calibración de equipos, instalaciones, equipos de prueba/medición, combustible, peso y balance—, equipaje y carga, sistema de informes y registros, control de piezas/materiales —incluidas las piezas sospechosas no aprobadas (SUP)—, agencias de coordinación para la evaluación de proveedores (CASE) y tiempo de servicio del personal de mantenimiento.

La complejidad y sofisticación del CASS en cada compañía aérea debe ser adecuada a su tamaño y tipo de operación. También debe proporcionar un medio para acomodar los siguientes objetivos:

- Descubrir los niveles de seguridad y fiabilidad mecánica que ha establecido la compañía aérea.
- Restaurar los niveles de seguridad y confiabilidad que ha establecido la compañía aérea en caso de que se produzca un deterioro.
- Compilar la información necesaria para identificar los factores que contribuyen a errores sistémicos o de mantenimiento que degradan la aeronavegabilidad, y el nivel de seguridad y confiabilidad que ha establecido la compañía aérea.
- Recopilar la información que la compañía aérea necesita para validar continuamente que todos los elementos del programa de mantenimiento de la compañía aérea se estén ejecutando de acuerdo con el manual de la compañía aérea.
- Recopilar la información que la compañía aérea necesita para validar continuamente la eficacia de cada elemento del programa de mantenimiento de la compañía aérea. En otras palabras, que se estén cumpliendo las metas y objetivos especificados por la normativa.
- Recolectar la información que la compañía aérea necesita para validar continuamente la finalización adecuada de cada tarea de mantenimiento programada y la idoneidad de su intervalo asociado. Recopilar la información que necesita el transportista aéreo para mejorar el diseño de elementos cuyo nivel de seguridad y confiabilidad resulta inadecuado.

Los beneficios de un CASS eficaz incluyen operaciones continuamente mejoradas, más seguras, mayor eficiencia de mantenimiento, mayor confiabilidad del despacho de aeronaves y reducción de errores sistémicos operativos y de mantenimiento. Un CASS en pleno funcionamiento permite a las compañías aéreas garantizar la seguridad y estabilidad de su programa de mantenimiento.

**Figura 10.** Diagrama de flujo del proceso



Fuente: CASS FAA DOT-FAA-AR-03/70. (1970)

#### 4.3.4 Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC).

Es el conjunto ordenado de reglas y procedimientos adoptados y/o expedidos por la UAEAC, con la finalidad de implementar las normas y métodos recomendados de los Anexos al Convenio de Chicago sobre Aviación Civil Internacional u otras normas aeronáuticas para Colombia.

### ***Unidades de medida***

Las unidades de medida utilizadas en el texto de un reglamento deben ajustarse al Sistema Internacional de Unidades (SI) especificadas en el RAC 100, concordante con el Anexo 5 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, y se emplearán en las operaciones aéreas y terrestres.

En el caso que sea necesaria la utilización de medidas alternativas contempladas en el Anexo 5 que no pertenecen al SI, deben ser indicadas entre paréntesis después de las unidades básicas.

Las cantidades deben ser expresadas en letras seguidas del número arábigo entre paréntesis, salvo que estén incluidas en tablas, enumeraciones y similares. En caso de error, duda o diferencia, prevalecerá la cantidad expresada en letras.

Las fechas se escriben en números arábigos, salvo los meses que se escriben con letras; expresados preferentemente en el orden de día, mes y año. El año va siempre indicado en cuatro cifras.

En la siguiente tabla se hace un resumen del marco normativo base de la investigación

**Tabla 7**

#### *Marco normativo*

<b>NORMA</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMISOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
IOSA	1 septiembre de 2019	IATA – Asociación Internacional de Transporte Aéreo	AITA Operational Safety Audit 13 EDICION
CASS	Octubre 2003	FAA Federal aviation administration	Continuing Analysis and Surveillance System - DOT / FAA / AR-03/70
SMS	Febrero 2013	OACI - ICAO Organización de aviación civil internacional	Safety Management System Sistema de la seguridad operacional
LAR	2021	SRVSOP Sistema Regional de cooperación para la	Reglamento Aeronáutico Latinoamericano 153 APENDICE 1 Doc 9859 2021

		vigilancia de la seguridad operacional	
RAC	04 diciembre de 2017	UAEAC Unidad administrativa especial de la aeronáutica civil	Reglamento Aeronáutico Colombiano Res 03736-01/diciembre /2017
CI-5103-082-09	02/06/2010	UAEAC	Circular informativa Aeronáutica Civil
9110	2016	IAQG – International Aerospace Quality Group	Sistema de gestión de calidad industria aeroespacial
Guía inspector de aeronavegabilidad	2- enero 2007	UAEAC	Parte 4 Rev 2

*Fuente:* Elaboración propia

## 5. Metodología

### 5.1 Enfoque de la investigación

De acuerdo con el objetivo general, este trabajo se realiza mediante una investigación mixta, para determinar la situación actual de los sistemas de gestión específicos del sector aeronáutico a partir de la norma AS9110. Esta norma contiene los requisitos del sistema de calidad específicos para la aviación civil, aviación militar, mantenimiento y la aeronavegabilidad continuada, es decir, es una versión de la ISO 9001: 2015 aplicada al sector aeroespacial.

Se analizó el sistema IOSA, que es un programa de auditoria internacional aceptado por todas las aerolíneas afiliadas a la IATA. Dicho programa permite el establecimiento y aceptación de estándares entre los miembros, la cooperación entre aerolíneas, y promueve la fiabilidad, seguridad, confianza y economía en el transporte aéreo en beneficio de los consumidores de todo el mundo.

El SMS fue estudiado en detalle por ser un sistema de gestión de uso obligatorio en el sector aeroespacial para prevenir los accidentes, así como también para la medición el riesgo y la

tolerancia de este en cada una de las organizaciones que conforman el sector, entre ellas, las aerolíneas.

El CASS fue seleccionado por ser un sistema de aseguramiento y control de la calidad, que contiene las acciones de vigilancia, control, análisis de las acciones correctivas y seguimiento continuo a través de las mediciones estadísticas e indicadores de gestión y hace énfasis en los sistemas de mantenimiento de las aeronaves para la reducción de los riesgos debidos a deficiencias en las mismas.

Finalmente, se consideró el RAC, política de Colombia como estado de obligatorio cumplimiento para el uso de nuestro espacio aéreo.

## **5.2 Alcance y fases de la investigación**

Por otra parte, esta investigación es de tipo exploratorio, debido a que el problema a investigar ha sido poco estudiado en el contexto colombiano (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Su propósito es emplear los resultados en la resolución de problemas concretos en circunstancias específicas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Se pretende desarrollar una herramienta de articulación de las normas antes mencionadas tomando como propuesta el modelo de integración de sistemas de gestión en Pyme (Peña, Bautista, Pérez y Angarita, 2020).

## **5.3 Fases de la investigación**

La Tabla 8 nos permite apreciar la relación entre las fases de la investigación, los objetivos específicos y los resultados esperados de cada fase.

**Tabla 8**

*Objetivos del proyecto*

<b>Fase</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Tareas o actividades</b>	<b>Técnica, método o recurso utilizado</b>	<b>Referente investigativo o fuente de consulta</b>	<b>Logro esperado</b>
<b>1</b>	Determinar la correlación entre las normas AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA aplicables en el sector aeronáutico para identificar sus convergencias.	Revisión y análisis de los requisitos de cada sistema de gestión	Matriz de requisitos convergentes	Requisitos de cada norma	Matrices de requisitos de cada sistema y convergencias
<b>2</b>	Describir el estado actual de los sistemas de gestión AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA en el sector aeronáutico colombiano.	Identificación de los diferentes sistemas implementados en de las aerolíneas colombianas.	Búsqueda en bases de datos especializadas y confirmación directa con representantes de las organizaciones	Matriz de cumplimiento en las empresas aéreas en Colombia	diagnóstico de los Sistemas de gestión IOSA, SMS, 9110, RAC, CASS aplicados en las aerolíneas colombianas
<b>3</b>	Establecer una propuesta de articulación de las normas AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA En el SG basado en la AS9110	Formulación de una propuesta para articulación de estos sistemas	Creación de matriz de armonización para facilitar la comprensión de todos los sistemas	Normas del sector	Propuesta de armonización de las diferentes normas
<b>4</b>	Validar el contenido de la propuesta de articulación de los sistemas de gestión AS9100, SMS, CASS, RAC, IOSA para el sector aeronáutico colombiano	-Selección de expertos -Instructivo -Ficha de validación - Análisis de las respuestas	Consulta a expertos	Cuestionario sobre la herramienta enviado por correo electrónico	Propuesta de armonización validada

#### **5.4 Definición de variables**

Se establecieron como variables los requisitos integrables entre los modelos planteados: 9110, IOSA, SMS, CASS, RAC, los cuales se abordan desde tres grandes categorías que caracterizan la gestión organizacional: lo estratégico, lo operativo y lo humano.

#### **5.5 Diseño muestral: universo y muestra**

Aunque la población que se beneficia de este estudio es todo el sector aeronáutico colombiano, es decir, las aerolíneas que operan en el territorio nacional, tanto de pasajeros como de carga, transportes especiales, etc., talleres reparadores, e inclusive la autoridad aeronáutica, el enfoque principal se realizara en las aerolíneas de pasajeros matriculadas en Colombia por ser este subsector el de más peso específico, y donde este proyecto tiene más impacto por el volumen de pasajeros movilizados al año ocupando el tercer lugar a nivel latinoamericano.

#### **5.6 Instrumentos y técnicas de investigación**

Se utiliza una revisión documental a partir de cada uno de los modelos.

Por una parte, se utilizaron matrices cruzadas para identificar las convergencias entre las diferentes normas. Por otra, se elaboró un instrumento para validar el contenido de la propuesta.

Para esta investigación también se utilizó la experiencia de la autora, que se resume en 25 años de ejercicio profesional en el sector aéreo en las áreas de planeación y dirección de calidad en diferentes empresas.

## **6. Resultados y discusión de resultados**

### **6.1 Relación entre las normas del sector aeronáutico**

Mediante una lectura detenida de cada una de las normas, SMS, RAC y traduciendo al español IOSA, CASS y 9110; se extractaron y registraron los requisitos en tablas Excel, categorizándolos y clasificándolos en los factores claves de acuerdo con su condición, estratégico, operativo, humano, concluyéndose que la única configurada con la estructura de alto nivel es 9110, por eso se escogió como eje central articulador, estableciéndose la relación recíproca entre las anteriores normas. Adicionalmente, se hizo lo mismo con el régimen mandatorio RAC donde se halló que armoniza completamente con los sistemas de calidad AS9110 e IOSA, ya que favorecen la seguridad operacional tal como lo requiere el SMS y la estrategia de cero riesgos. Lo anterior se llevó a cabo como preparación para la posterior articulación de las distintas normas.

A continuación, se muestra un ejemplo cada una de las tablas con la identificación en cada sistema (tablas 9 a 13) las cuales se encuentran detalladas y en tamaño real en el anexo 1.

#### **Tabla 9**

##### *Requisitos 9110*

Correspondiente a la AS 9110 incluye la siguiente información básica:

Columna 1: número de requisito

Columna 2: descripción del requisito

Columna 3: factor vinculante

REQUISITOS Y CALSIFICACION AS9110		
NUMERAL	DESCRIPCION	FACTOR VINCULANTE
4	CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	ESTRATEGICO
4.1	La comprensión de la organización y su contexto	ESTRATEGICO
4.2	La comprensión y expectativas de partes interesadas	ESTRATEGICO
4.3	Determinar el alcance de la calidad sistema de gestión	ESTRATEGICO
4.4	Sistemas de gestión de calidad y sus procesos	ESTRATEGICO
5	LIDERAZGO	
5.1	Liderazgo y compromiso	HUMANO
5.1.1.	General	HUMANO
5.1.2	Enfoque al cliente	HUMANO
5.2	Política	ESTRATEGICO
5.2.1	Establecimiento de la política de calidad	ESTRATEGICO
5.2.2	Comunicar la política de calidad	ESTRATEGICO
5.2.3	Establecer y comunicar la política de seguridad	ESTRATEGICO
5.3	Roles organizacionales, responsabilidades y autoridades	HUMANO
5.3.1	Gerente responsable	HUMANO

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 10**

*Requisitos IOSA*

Columna 1 : numero de requisito en este caso se antepuso el numero de la sección antes del numero del requisito con la finalidad de darle una mayor precision e identificacional mismo

Columna 2 : descripción del requisito en ingles

Columna 3 : descripción del requisito en español

Columna 4 : Factor vinculante

Columna 5 : summary en ingles

Columna 6: resumen del tema por punto

Columna 7: argumentacion

REQUISITOS Y CLASIFICACION IOSA						
1.	ORGANIZATION & MANGEMENT SYSTEM (ORG)	SISTEMA DE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN (ORG)	FACTOR VINCULANTE	ENGLISH PROCESSES DESCRIPTIONS	DESCRIPCION	
1.1.	MANAGEMENT & CONTROL	CONTROL DE MANEJO	ESTRATEGICO			
1.1.1	management system overview	descripción general del sistema de gestión	ESTRATEGICO	The Operator shall have a management system that has continuity throughout the organization and ensures control of operations and management of safety and security outcomes  The Operator shall identify one senior management official as the accountable executive (AE) who is accountable for	tenga continuidad en toda garantía el control de las de los resultados de segu  El Operador identificará a dirección como el ejecuti	
1.1.2	management commitment	compromisos gerenciales	ESTRATEGICO			
	accountability, authorities & responsibilities	rendición de cuentas, autoridades y responsabilidades	ESTRATEGICO	The Operator shall have a process or procedure for the delegation of duties within the management system that ensures managerial continuity is maintained when operational managers including, if applicable, post holders are unable to carry out work duties	El Operador deberá conta procedimiento para la del dentro del sistema de g mantiene la continuidad d	
1.1.3	communication	comunicación	ESTRATEGICO	The Operator shall have processes for the communication of safety information throughout the organization to ensure personnel maintain an awareness of operational safety	El Operador debe tener pr comunicación de informac organización para asegur	
1.1.4	management review	revisión de gestión	ESTRATEGICO			
1.1.5	provision of resources	provisión de recursos	ESTRATEGICO	The Operator shall ensure personnel who perform functions relevant to the safety or security of aircraft operations are required to maintain competence on the basis of continued education and training and, if applicable for a specified position,	El explotador se asegurari desempeñe funciones rele protección de las operaci la obligación de mantener	
1.1.6	provision of resources	provisión de recursos	ESTRATEGICO			
1.1.7	Effectiveness Implementation	Implementación de la efectividad		The Operator should demonstrate that systems, processes and procedures specified by the ISARPs identified with the [E] symbol are achieving the designated Desired Outcome Note: Conformity with this ORG recommended practice is possible only when the Operator demonstrates effectiveness of	El Operador debe demostr procesos y procedimiento: ISARP identificados con e logrando el resultado dese conformidad con esta prá	
1.1.8	opearational planning	planificación operativa	ESTRATEGICO			
1.2.	DOCUMENTATION & RECORDS	DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS	OPERATIVO			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.**

*Requisitos SMS*

Columna 1: número de requisito

Columna 2: descripción del requisito

Columna 3: factor vinculante

REQUISITOS Y CLASIFICACION SMS		
NUM	DESCRIPCION	FACTOR
	Política y objetivos de seguridad operacional	ESTRATEGICO
	Responsabilidad y compromiso de la administración	ESTRATEGICO
.1	Responsabilidades respecto de la seguridad operacional	ESTRATEGICO
.2	Designación del personal clave de seguridad operacional	ESTRATEGICO
.3	Coordinación de planificación de respuesta de emergencia	OPERATIVO
.4	Documentación del SMS	OPERATIVO
	Gestión de riesgos de seguridad operacional	OPERATIVO
.1	Identificación de peligros	OPERATIVO
.2	Evaluación y mitigación del riesgo de seguridad operacional	OPERATIVO
.3	Garantía de seguridad operacional	OPERATIVO
	Supervisión y medición de la eficacia de la seguridad operacional	OPERATIVO
.1	Gestión de cambio	OPERATIVO
	Mejora continua del SMS	OPERATIVO
.1	Promoción de seguridad operacional	ESTRATEGICO
.2	Instrucción y educación	HUMANO
.3	Comunicación de la seguridad operacional.	OPERATIVO

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 12***Requisitos CASS*

Columna 1: número de requisito

Columna 2: descripción del requisito

Columna 3: factor vinculante

<b>REQUISITOS Y CLASIFICACION CASS</b>		
<b>NUMERAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FACTOR</b>
1.	FUNDAMENTALS OF CONTINUING ANALYSIS AND SURVEILLANCE SYSTEM	ESTRATEGICO
1.1	Introduction	
1.2	Continuing Analysis and Surveillance System Characteristics	ESTRATEGICO
1.3	Data Collection	OPERATIVO
1.3.1	Routine Data	OPERATIVO
1.3.2	Surveillance Data	OPERATIVO
1.3.3	Other Data	OPERATIVO
1.4	Continuing Analysis and Surveillance System as a Closed-Loop System	OPERATIVO
1.5	Continuing Analysis and Surveillance System Function	ESTRATEGICO
1.5.1	Surveillance	ESTRATEGICO
1.5.2	Controls	ESTRATEGICO
1.5.3	Analysis	ESTRATEGICO
1.5.4	Corrective Action	ESTRATEGICO
1.5.5	Follow-Up	ESTRATEGICO
1.5.6	Benefits of CASS	ESTRATEGICO

*Fuente:* Elaboración propia**TABLA 13***Requisitos RAC*

<b>REQUISITOS Y CLASIFICACION RAC</b>		
<b>PARTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FACTOR</b>
RAC 1	Definiciones	
RAC 2	Personal Aeronáutico	HUMANO
RAC 3	Actividades Aéreas Civiles	
RAC 4	Normas de Aeronavegabilidad y Operación de aeronaves	ESTRATEGICO
RAC 11	Reglas para el Desarrollo, Aprobación y Enmienda de los RAC	
RAC 13	Régimen Sancionatorio	HUMANO
RAC 14	Aeródromos , Aeropuertos y Helipuertos	
RAC 19	Telecomunicaciones Aeronáuticas	
RAC 20	Matrícula Registro e Identificación de Aeronaves	
RAC 21	Certificación de aeronaves y componentes de aeronaves	OPERATIVO
	Estándares de aeronavegabilidad - Planeadores y	

*Fuente:* Elaboración propia

Producto de este análisis permitió establecer que la norma AS9110 es el eje articulador por cuanto este si es un sistema de gestión que el sistema, IOSA es el más completo después de la AS9110, por cuanto contiene los tres factores vinculantes en forma detallada en cada uno de sus numerales, en cambio el CASS se centra fundamentalmente en el factor operativo siendo muy fuerte y profundo en su análisis basado en evidencias estadísticas.

El SMS permea toda la organización teniendo una analogía con la norma ISO 31000:2018 en la gestión de riesgos, solo el SMS es enfocado exclusivamente en el sector aeroespacial.

## 6.2 Descripción del estado actual de sistemas de gestión en las aerolíneas colombianas

A través del diagnóstico se identificaron las normas que están aplicando las aerolíneas colombianas, mediante una matriz de relación en Excel como se puede observar en la siguiente tabla

**Tabla 14**

*Sistemas de gestión implementados en las aerolíneas colombianas*

<b>AEROLINEAS DE ESTUDIO</b>	<b>IOSA</b>	<b>RAC</b>	<b>CASS</b>	<b>AS9110</b>	<b>SMS</b>
AVIANCA (Aerolíneas de continente americano)	X	X	X	X	X
AVIANCA REGIONAL	X	X	X		X
LATAM COLOMBIA (AIRES)	X	X	X		X
COPA COLOMBIA (AEROREPUBLICA)	X	X	X		X
WINGO (AEROREPUBLICA)	X	X	X		X
VIVA AIR COLOMBIA		X	X		X
EASY FLY (Empresa aérea de servicios y facilitación logística integral)		X	X		X
GRAN COLOMBIANA DE AVIACIÓN (AVIOR)		X	X		X
ULTRAAIR		X	X		
SATENA		X	X		X

*Fuente:* Adaptado de Aeronáutica Civil (2021)

En Colombia el sector aeronáutico está altamente regulado por la autoridad en este caso la aeronáutica civil (U.A.E.A.C.) debiendo las aerolíneas de manera sistemática enviar reportes a la Aerocivil de su estado actual, así mismo la autoridad efectúa inspecciones periódicas con el propósito de verificar el cumplimiento de las normas, labor que realiza a través de sus inspectores de seguridad operacional, de igual manera el encargado de calidad en cada aerolínea tiene funciones delegadas por la Aerocivil como gestor de aeronavegabilidad, por consiguiente los informes y estadísticas de la Aerocivil son de una alta confiabilidad y representan certeramente el

estado de la aviación en Colombia en un momento determinado. Complementariamente dentro de esta investigación se hicieron entrevistas a 2 personas por cada aerolínea que laboraran en el área de calidad con el fin de conocer los sistemas de calidad utilizados por la misma y su estado actual, los cuales se muestran en la tabla 13.

Avianca es la mas completa en cuanto a certificaciones y sistemas de calidad ha tenido la ISO 9001 y la AS9110, no la ha vuelto a recertificar por la cantidad de sistemas que maneja, pues esta aerolínea por operar en varios continentes debe cumplir adicionalmente normas FAA y EASA.

En caso de Viva Air e Easyfly estaban en el proceso de certificarse IOSA, Ya que gracias a este sistema obtienen beneficios de cooperación entre aerolíneas no solo nacionales, sino internacionales, pero por la pandemia se han detenido estos procesos.

También se encontró que en varias aerolíneas existe un departamento de calidad para la parte de aeronavegabilidad y otro departamento de calidad para requisitos de normas y organización.

Se encontró que las actividades de calidad están dispersas en diferentes departamentos o direcciones lo cual conlleva duplicidades, mayores costos y en muchos casos vacíos. Ej, el SMS maneja un departamento, el CASS otro, IOSA otro.

### **6.3 Análisis de resultados**

Producto del estudio y del análisis de las normas se identificó que las aerolíneas en Colombia están utilizando sus procesos de calidad de manera aislada, y no alineados a un sistema de gestión completo e integral, como lo es AS9110, lo cual convierte a esta en la llave maestra para desarrollar como eje articulador una gestión armonizada, con el sinnúmero de beneficios que esto conlleva

Dado que la AS9110 tiene un enfoque sistémico alineado con la estructura de alto nivel del anexo SL de la ISO, y por ser este realmente el único sistema de gestión se determinó como eje de

articulación y se desarrolló la matriz de correlación entre cada uno de los sistemas en relación con este. Teniendo como elementos vinculantes los factores claves estratégico, operativo y humano, los cuales son los factores principales para la herramienta de articulación de estos sistemas

Fruto del análisis de los resultados anteriormente señalados y consecuentemente con estos se desarrolló una matriz de correlación que facilite la armonización de los sistemas que hemos venido estudiando y beneficios que de una adecuada implementación se derivan, considerando además de los factores vinculantes, su participación en el ciclo PHVA, la cual se describe a continuación.

Columna 1: número de requisito

Columna 2: descripción del requisito

Columna 3: factor vinculante

Con el propósito de facilitar su aplicación e interpretación esta se usa de manera similar a una carta de cumplimiento

*Matriz de correlación*

**Tabla 15**

TABLA. HERRAMIENTA DE ARTICULACIÓN NORMAS 9110, IOSA, SMS,RAC,CASS.						
	AS9110	IOSA	SMS	RAC	CASS	RELACIÓN DE LOS NUMERALES DE LA NORMA CON EL CICLO PHVA
ESTRATEGICO	4	CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN				
ESTRATEGICO	4.1	La comprensión de la organización y su contexto		4.4.1	121 135	
				1.1.3 2.1.3 3.1.2 4.1.2 5.1.2 5.3.2 5.3.4 6.1.2 7.1.2		
ESTRATEGICO	4.2	La comprensión y expectativas de partes interesadas		8.1.3	4	
ESTRATEGICO	4.3	Determinar el alcance de la calidad sistema de gestión		1.1.1	20	
				2.1.1 3.1.1 4.1.1 5.1.1 6.1.1		

Fuente: Elaboración propia AS9110, IOSA, RAC, SMS, CASS

## **6.4 Validación**

Con el propósito de validar la eficiencia y efectividad de la herramienta de articulación, mediante sus atributos de claridad, pertinencia y aplicabilidad, se generó un instrumento de medición, el cual contiene 11 preguntas para ser contestadas cuantitativamente, las tres primeras corresponden a la claridad tanto de la herramienta como del instructivo de aplicación, las cuatro siguientes a la pertinencia del contenido del instrumento y finalmente las cinco restantes relacionadas con la aplicabilidad del instrumento en las aerolíneas, de igual manera se dejaron dos preguntas para ser contestadas por el panel de expertos de manera cualitativa relacionadas con observaciones generales al modelo y sugerencias para mejorarlo

Como resultado a nuestra invitación a evaluar la herramienta de articulación por parte de los expertos se obtuvieron los resultados cuantitativos en valores absolutos y porcentuales que aparecen en las tablas 16

**Tabla 13**

TABLA DE RESULTADOS DE VALIDACION POR EXPERTOS												
Resultados en valores absolutos						Resultados porcentuales ponderados						
Criterios de evaluacion asociados a la <b>CLARIDAD</b> de la propuesta												
Pregunta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Porcentaje aceptacion	
1				3	5				30,0%	62,5%	92,5%	
2				5	3				50,0%	37,5%	87,5%	
3			1	4	3			7,5%	40,0%	37,5%	85,0%	
Promedio											88,3%	
Criterios de evaluacion asociados a la <b>PERTENENCIA</b> del modelo												
4				1	7				10,0%	87,5%	97,5%	
5				1	7				10,0%	87,5%	97,5%	
6				2	6				20,0%	75,0%	95,0%	
Promedio											96,7%	
Criterios de evaluacion asociados a la <b>APLICABILIDAD</b> del modelo												
7				5	3				50,0%	37,5%	87,5%	
8				3	5				30,0%	62,5%	92,5%	
9				3	5				30,0%	62,5%	92,5%	
10				1	7				10,0%	87,5%	97,5%	
11				1	7				10,0%	87,5%	97,5%	
Promedio											93,5%	

Fuente: Elaboración propia

### 6.5 Interpretación de resultados

En los aspectos de la propuesta relacionados con los tres factores claves —estratégicos, operativo y humano— estuvieron de acuerdo todos los expertos. Por otra parte, la herramienta de articulación para la armonización de sistemas de gestión es clara y comprensible para los expertos.

El 88,3% estuvo de acuerdo en relación con la claridad y comprensión del instructivo, mientras que cualitativamente solo uno sugiere que este sea modificado para que pueda ser aplicado por cualquier persona sin ninguna experiencia en el área.

Es de gran importancia evidenciar que el 96,7% de los expertos están de acuerdo en que la herramienta de articulación es un tema de pertenencia para las aerolíneas de pasajeros, que además facilita la articulación de los sistemas de gestión AS9110, IOSA, SMS, RAC y CASS.

Los expertos estuvieron de acuerdo en que la herramienta contiene los elementos suficientes para su aplicación en las organizaciones. Asimismo, el 93,5% de los validadores cree que la herramienta es un instrumento de fácil aplicación. De igual manera, el 93,5% de los expertos consideran que la herramienta contribuye a articular los sistemas de gestión de las aerolíneas.

Finalmente, el 96,7% de los expertos conceptuaron que esta herramienta de articulación es un instrumento que satisface completamente las necesidades de las empresas, puesto que es de fácil comprensión, es simple en su aplicación y trae los beneficios que se espera de la articulación de los sistemas de gestión.

Cualitativamente, los expertos consideran que esta herramienta de articulación es extensible a las aerolíneas cargueras y que, con unos ajustes, sería aplicable a los talleres de mantenimiento, lo cual escapa al alcance de esta investigación.

## 7. Conclusiones

Se logró identificar los requisitos que tiene cada una de las normas y plasmarlos en una tabla organizados en las categorías estratégico, operacional y humano, como se muestra en el anexo No1.

A través del diagnóstico se identificaron las normas que están aplicando las aerolíneas colombianas, encontrándose fundamentalmente, como se observa en la tabla No 13 que ninguna de las aerolíneas en la actualidad aplica la norma AS9110 y todas tienen implementado el RAC, CASS y SMS, IOSA es solamente aplicado por cinco de ellas.

Producto del estudio y análisis de las normas se estableció que la AS9110 tiene un enfoque sistémico alineado con la estructura de alto nivel del anexo SL de la ISO y es el único que realmente es un sistema de gestión, por lo cual se determinó como eje de articulación y se desarrolló la matriz de la cual se muestra en el anexo No1. Dándose de esta manera cumplimiento al objetivo 1 propuesto al estructurar una matriz como herramienta para la articulación de los sistemas AS9110, SMS, CASS, RAC, IOSA

A partir de los resultados del primer y segundo objetivo se encontró que hay convergencia entre los sistemas, de otra parte, algunas aerolíneas utilizan diversos sistemas, pero en forma aislada no articulados, entonces se estableció una propuesta de articulación de las normas mediante la cual la norma AS9110 se toma como fundamento dado que es la más completa, las demás tienen puntos de coincidencia parcialmente.

Fruto de esta investigación se estableció que las aerolíneas de transporte de pasajeros en Colombia aplican las normas de obligatorio cumplimiento y en ocasiones han implementado sistemas como IOSA por los beneficios de cooperación entre aerolíneas internacionales, Además, el sistema IOSA es el más completo y estructural para una efectiva gestión estratégica, operativa y humana pero no están armonizados por lo cual se hace necesaria una herramienta de articulación la cual permita generar conocimiento al interior de las organizaciones y desarrollar un programa de mejoramiento continuo basado en el ciclo PHVA.

Se encontró que la herramienta de articulación es una oportunidad de mejoramiento para las aerolíneas de pasajeros en Colombia, dado que, aunque todas han trabajado de manera dispersa en

la implementación de estos diferentes sistemas, existen vacíos y duplicaciones por no encontrarse debidamente armonizados.

En el último objetivo se hizo una validación con el apoyo de un panel de expertos y se estableció que la claridad del instructivo para aplicar la misma, en promedio supero el 88%, y cualitativamente se sugirió por parte de uno de ellos, hacer claridad para que pueda ser aplicada por cualquier persona aun sin experiencia en calidad.

De igual manera esta validación arrojó que el 96.7% en promedio consideraron que el modelo es pertinente

Así mismo los expertos determinaron en el 93.4% que el instrumento es aplicable

Los resultados anteriores señalan que el modelo es claro, pertinente y aplicable. por lo tanto, el objetivo propuesto en el trabajo se cumplió

La validación de la herramienta permitió comprobar su robustez, ya que cumple todos los aspectos de los diferentes sistemas evaluados, a la vez que permite una fácil comprensión y una implementación amigable.

Esta herramienta simplifica considerablemente la labor por parte de los gestores de aeronavegabilidad tanto de las aerolíneas como de la autoridad, como se percibió cualitativamente en la validación realizada. Utilizada por parte de la alta gerencia de las organizaciones, es un instrumento de control y seguimiento en los procesos de implementación de los sistemas de calidad, ya que permite planear estratégicamente requerimientos del factor humano, sus competencias y los recursos requeridos.

## **8. Recomendaciones**

Una importante ventaja de esta herramienta de articulación es que permite la aceptación mutua de informe de auditoría entre aerolíneas y autoridad aeronáutica participantes de AS9110 y IOSA, ya que estos sistemas de calidad son reconocidos internacionalmente y gozan de aceptación por parte de la industria aeroespacial y la aviación civil.

Colateralmente, se puede afirmar que la implementación de esta herramienta de articulación, utilizada como una carta de cumplimiento, es útil para otros ámbitos de la aviación colombiana, como las aerolíneas cargueras y las regionales, al igual que las organizaciones de mantenimiento aprobadas (OMA), lo que elevaría significativamente la seguridad aérea.

Es importante la formación académica en calidad de todos los involucrados en estos procesos, pues de esta manera estarían dotados de las herramientas conceptuales necesarias para una eficiente y eficaz implementación y administración de los sistemas de gestión aplicados a la aviación.

Dada la importancia del sector para el desarrollo del país, particularmente de su economía, la complejidad de las operaciones y la diversidad de actores que participan en la operación se hace indispensable que Colombia implemente a lo largo de la cadena este instrumento, que armonice los diferentes sistemas de gestión de la calidad y que optimice los recursos, reduzca los riesgos y contribuya al desarrollo de los objetivos estratégicos. Todo lo anterior permitirá que se genere confianza y seguridad en las organizaciones y usuarios del sector.

En un futuro podrían adelantarse estudios investigativos para analizar el SMS en estructura de alto nivel en relación con la ISO31000 Gestión del riesgo, tal como se hizo con la AS 9110 vs la AS9001

## 9. Referencias

- Asociación Española de Normalización y Certificación (2018)
- Bernardo, M., Casadesús, M., Karapetrovic, S. y Heras, I. (2009). How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study. *Journal of Cleaner Production* 17 (8), 742–750.
- Bernardo, M., Gianni, M., Gotzamani K. y Simon, A. (2017). Is there a common pattern to integrate multiple management systems? A comparative analysis between organizations in Greece and Spain. *Journal of Cleaner Production* 151:121-133.
- Bernardo, M, Simon, A., Tari, J. y Molina, J. (2015). Benefits of management systems integration: A literature review. *Journal of Cleaner Production* 94. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.01.075
- IATA. (2020). *IOSA Standards Manual (ISM ) Edition 13 Remote Audit*. Recuperado de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/iosa-audit-documentation/iosa-standards-manual-ism-ed-132/>
- International Aerospace Quality Group. (2016). *IAQG-sanctioned 9100:2016*. Recuperado de
- International Aerospace Quality Group. (2020). *Requirements Correlation Matrix 9100 : 2016 (Rev D ) vs EASA / FAA Part-21 Generic Reference Guide, (1), 5–9*.
- International Civil Aviation Organization. (2006). *Convention on International Civil Aviation, 9*. Recuperado de [https://www.icao.int/publications/documents/7300\\_cons.pdf](https://www.icao.int/publications/documents/7300_cons.pdf)
- Martínez, N. (2012). *Estudio de Normativa IOSA y Aplicación Práctica*. Recuperado de [http://oa.upm.es/13835/1/PFC\\_Nerea\\_Martínez\\_Caballero.pdf](http://oa.upm.es/13835/1/PFC_Nerea_Martínez_Caballero.pdf)
- Peña, G., Bautista S., Pérez A. y Angarita D. (2020). *Modelo para la integración de sistemas de gestión en Pyme*. En publicación.
- U.S. Department of Transportation. (2003). *Continuing Analysis and Surveillance System (CASS ) Description and Models, (October)*.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2016). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. *Aeronáutica Civil* (2), 1–20.

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2019). *Plan Estratégico Aeronáutico 2030*. Recuperado de <https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/II-FORO2030/Documents/Resumen Ejecutivo Plan Estratégico Aeronáutico 2030.pdf>