



Organización de Aviación Civil Internacional

Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)

Sexta Reunión del Subgrupo de Aeródromos y Ayudas Terrestres/Planificación Operacional de los Aeródromos del GREPECAS (AGA/AOP/SG/6)

San José, Costa Rica, 23 al 27 de junio de 2008

AGA/AOP/SG/6-NE/24

13/05/08

**Cuestión 3 del
Orden del Día:**

Examen de las Deficiencias en el Campo AGA

3.5 Certificación de Aeródromos/Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS)

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL E INDICADORES DE PERFORMANCE EN LOS AEROPUERTOS

(presentada por la Secretaría)

RESUMEN

Esta nota de estudio presenta una metodología para calcular los Indicadores Individuales y Globales de Performance para la evaluación de la “salud” del SMS en un aeropuerto.

Este enfoque ha sido desarrollado en base a las encuestas realizadas a los Estados y explotadores de aeropuertos de la Región SAM, y fue presentado durante la 87ª Reunión Anual de la Junta de Investigación de Transporte, realizada del 13 al 17 de enero de 2008, en Washington, D.C. Copia de este documento aparece en el Apéndice de esta nota de estudio.

Referencias:

- Anexo 14, Volumen I, Aeródromos – Diseño y Operaciones de Aeródromo, Cuarta Edición, julio de 2004;
- Doc 9774-AN/969, Manual de Certificación de Aeródromos, Primera Edición, 2001;
- Doc 9589, AN/460, Manual de Gestión de la Seguridad Operacional (SMM), Primera Edición, 2006;
- Carta a los Estados AN 12/46-06/52, del 30 de junio de 2006; y
- Encuestas realizadas a través de Cartas a los Estados enviadas por las Oficinas Regionales de la OACI.

1. **Introducción**

1.1 El Capítulo 1 del Anexo 14, Volumen I, cuarta edición, en su Sección 1.4, “Certificación de Aeródromos”, establece como norma, a partir del 27 de noviembre de 2003, que los Estados certifiquen los aeródromos utilizados para operaciones internacionales, de conformidad con las especificaciones contenidas en este Anexo y otras especificaciones pertinentes de la OACI, a través de un marco reglamentario apropiado. Asimismo, la misma Sección establece que, a partir del 24 de noviembre de 2005, los aeródromos certificados deberán tener un sistema de gestión de la seguridad operacional en funcionamiento.

1.2 Desde entonces, la OACI ha estado elaborando material de orientación sobre la implantación del SMS, como el Doc 9589-AN/460, publicado en 2006, y las 11 ediciones (versiones) de su curso oficial SMS. En este sentido, se ha logrado un notable avance.

1.3 Uno de los aspectos que aún tienen que ser abordados es cómo evaluar la performance del SMS de un aeropuerto. Esta nota de estudio busca presentar una metodología muy sencilla y flexible a ser utilizada por los Estados/Territorios y explotadores de aeropuertos, tal como se discute en el siguiente punto.

2. **Discusión**

2.1 En base al material de orientación de la OACI, los Estados/Territorios, como parte de su programa de seguridad operacional, deberán exigir que los explotadores de aeródromo certificados implanten un sistema de gestión de la seguridad operacional que sea aceptable para el Estado y que, como mínimo:

- a) identifique los peligros para la seguridad operacional;
- b) garantice la adopción de las medidas correctivas necesarias para mantener un nivel aceptable de seguridad operacional;
- c) permita un monitoreo continuo y una evaluación regular del nivel de seguridad operacional alcanzado; y
- d) busque el logro de mejoras continuas en el nivel general de seguridad operacional.

2.2 Asimismo, un sistema de gestión de la seguridad operacional deberá definir claramente las líneas de responsabilidad en cuanto a la seguridad operacional, dentro del ámbito del explotador de aeródromo certificado, incluyendo la responsabilidad directa por la seguridad operacional en la alta gerencia.

2.3 Más de cincuenta países ya han seguido el curso oficial SMS de la OACI. Entre 2006 y 2007, se ha impartido catorce cursos y un curso regional en Sudamérica. Además, se tiene proyectado realizar otros tres cursos antes de fines de 2008. Desde marzo de 2005, la OACI, a través de la Oficina Regional SAM, empezó a brindar instrucción a los Estados/Territorios y a la industria aeroportuaria en la implantación del SMS. Uno de los resultados de esta iniciativa ha sido la implantación del SMS en cinco aeropuertos internacionales: tres en Bolivia en noviembre de 2005, uno en Perú y uno en Ecuador en marzo y agosto de 2006, respectivamente.

2.4 Como se indicó en el acápite c) del párrafo 2.1, se debería monitorear y evaluar el SMS constantemente a fin de verificar el nivel de seguridad operacional alcanzado. La única y mejor manera de cumplir con esta tarea es aplicando indicadores de performance.

2.5 El **Apéndice** de esta nota de trabajo contiene la metodología desarrollada en la Región SAM a través de varias encuestas realizadas con los Estados/Territorios y explotadores de aeropuertos. Se presenta treinta indicadores individuales de la performance. El apéndice también contiene un enfoque sencillo y directo para calcular el indicador general de la performance, en base a los indicadores individuales de la performance para un determinado aeropuerto.

3. **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la Reunión a tomar nota, revisar y comentar acerca de la información proporcionada en el Apéndice de esta nota de estudio.

- - - - -

APENDICE

JUNTA DE INVESTIGACION DE TRANSPORTES
87ª. Reunión Anual de la TRB – 2008

**Metodología para calcular los indicadores individuales y generales de performance para los
Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) en los Aeropuertos**

(Número de documento 08-0197)
(6209 palabras, 4 figuras y 2 tablas)

(Manuscrito a ser presentado en la 87ª. Reunión Anual de la TRB y para publicación en la Revista de la TRB)

Por

Samuel Hautequest Cardoso, Ph.D. (1)
Oficial de Aeropuertos y Ayudas Terrestres de la OACI
Instructor Senior SMS y OJT para Sudamérica de la OACI
Correo electrónico: shautequest@gmail.com

Capt. Daniel Mauriño

Coordinador, Programa de Seguridad de Vuelo y Factores Humanos
Líder, Actividad Clave A8 – Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS)
Sección de Seguridad de Vuelo, Dirección de Navegación Aérea, OACI
999 University St., Montreal QC – H3C 5H7, Canadá
Correo electrónico: dmaurino@icao.int

Jorge Fernández (1)

Oficial de Gestión del Tránsito Aéreo e Instructor SMS para Sudamérica de la OACI
Correo electrónico: jf@lima.icao.int
(1) OACI – Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Regional Sudamericana, Casilla Postal 4127, Lima 100, Perú
Teléfono: (511) 611-8686, Fax: (511) 611-8689

Metodología para calcular los indicadores individuales y generales de performance para los Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) en los Aeropuertos

Resumen

La seguridad operacional es un componente intrínseco de la aviación civil. Aparte de los aspectos clave de performance técnica y humana, el concepto de accidentes organizacionales, desarrollado en la década de 1990, también debería ser tomado en cuenta en las actividades actuales relacionadas con la seguridad operacional. Este concepto considera no sólo las fallas activas de las personas involucradas en las operaciones de primera línea (los desencadenadores de accidentes) sino también las condiciones latentes que inevitablemente están presentes en cualquier actividad comercial. Desde noviembre de 2005, la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) exige que los aeropuertos certificados cuenten con un Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) en funcionamiento. Se reconoce que es necesario monitorear la performance de todo SMS aeroportuario, no sólo midiendo los resultados (es decir, la cantidad de accidentes y víctimas fatales) sino también por su potencial para identificar y enfrentar las condiciones latentes. Este documento contiene una metodología para calcular los Indicadores Individuales de Performance (IPI) y los Indicadores Generales de Performance (OPI) de un SMS aeroportuario, centrándose en las condiciones latentes y eventos “cuasicolisión” en los aeropuertos. En base a la información sobre las operaciones aeroportuarias y la seguridad de la aviación recolectada por los autores, los explotadores de aeropuertos en Sudamérica elaboraron y convalidaron una lista de IPI potenciales, de acuerdo con diez grupos prioritarios. Se asignó un peso entre 10 y 1 a cada grupo, desde la más alta hasta la más baja prioridad. Esta metodología asume que los IPI deberían estar limitados a períodos de un año, pero promediados/calculados para 10,000 operaciones de aeronaves. El cálculo de los OPI para un año en particular es 10-2 veces la suma de los IPI medidos/establecidos para dicho año, multiplicados por sus respectivos pesos.

Introducción

Muchas industrias alrededor del mundo han estado implantando Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) durante las últimas tres décadas. Recientemente, se ha reconocido que el SMS es también una poderosa herramienta para mejorar la seguridad de los aeropuertos/aeronaves. En este sentido, a partir de noviembre de 2005, la OACI (1) consideró como una norma la implantación del SMS por parte de los explotadores de aeropuertos. Varias agencias estatales, como CASA (*Civil Aviation Safety Authority*) en Australia (2), la FAA (*Federal Aviation Administration/ACRP - Airport Council Research Program/Transportation Research Board*) en Estados Unidos (3, 4), *Transport Canada* (5) y *United Kingdom Civil Aviation Authority* (6, 7), ya han tenido iniciativas en este sentido.

En 2006, la OACI publicó su Manual sobre Gestión de la Seguridad Operacional (SMM) (8) y desarrolló un Curso de Instrucción SMS de una semana de duración para todos los Estados contratantes que pudieran desearlo. Más de cincuenta países ya han recibido este curso. Entre 2006 y 2007, se impartió trece cursos y un curso regional en Sudamérica.

La implantación SMS por parte de los explotadores aeroportuarios en esta Región ha evolucionado bastante bien. La OACI, a través de su Oficina Regional en Lima, Perú, ha venido brindando instrucción sobre la implantación SMS a los Estados y a la industria aeroportuaria desde marzo de 2005 (9, 10). Como resultado de esta iniciativa, siete de los catorce países de la Región ya han desarrollado documentación básica para la implantación SMS, y cinco aeropuertos internacionales han implantado el SMS: tres en Bolivia en noviembre de 2005, uno en Perú y uno en Ecuador en marzo y agosto de 2006, respectivamente.

No hay mucho en la literatura acerca de la evaluación de la performance del SMS en los aeropuertos. Este es un tema que requiere urgente atención.

El marco SMS de la OACI (11) abarca cuatro componentes principales: Política y objetivos de la seguridad operacional, Gestión del riesgo para la seguridad operacional, Aseguramiento de la seguridad operacional, y Fomento de la seguridad operacional. Los principales elementos del componente de Aseguramiento de la Seguridad Operacional son el Monitoreo y la Medición de la Performance de la Seguridad Operacional.

De acuerdo con el Consejo Europeo de la Seguridad Operacional en el Transporte (12), existe la tendencia a utilizar la cantidad de accidentes aéreos o de víctimas fatales como indicadores de performance en la aviación. No obstante, los enfoques modernos consideran no sólo el resultado de los accidentes o víctimas fatales como indicación del nivel de seguridad operacional en cualquier rama de la industria, sino también las condiciones latentes que existen en cualquier sistema, tal como lo ha descrito Reason (13) y, más recientemente, Hansen y McAndrews (14).

Aparte de las condiciones latentes, Reason (13) también considera importante y ventajoso recolectar y analizar los eventos de “cuasicolisión”, definidos como “cualquier evento que pudiera haber tenido consecuencias adversas, pero que no las tuvo”. De acuerdo con el mismo autor, el término “cuasicolisión” incluye eventos de “cuasicolisión” e incidentes. Además, resulta claro que los eventos de “cuasicolisión” son una manera indirecta de medir la performance de los procesos organizacionales.

Uno de los principales objetivos de este documento es centrar la atención en la performance del SMS, tomando en cuenta las condiciones latentes y los eventos “cuasicolisión” que pudieran existir en los aeropuertos. En este sentido, se asume que los indicadores individuales y generales de performance constituyen la principal herramienta para monitorear y medir la performance del SMS de cualquier aeropuerto.

El objetivo final de este documento ha sido la elaboración de una metodología para calcular los Indicadores Individuales de Performance (IPI) y los Indicadores Generales de Performance (OPI) para los SMS aeroportuarios, utilizando herramientas sencillas, como una hoja de cálculo. Para poder comprender mejor el contexto de los indicadores de performance, el siguiente acápite presenta una breve visión panorámica de los SMS aeroportuarios.

Para lograr esta meta, la información sistemáticamente recolectada acerca de las operaciones/seguridad aeroportuarias por el primer autor a partir de 2000, sobre la seguridad de la aviación a nivel mundial recolectada por el segundo autor, y sobre la seguridad operacional y la interfaz aeropuerto/control de tránsito aéreo obtenida por el tercer autor, en Sudamérica, ha servido de base para el desarrollo de esta investigación. Esta información ha sido depurada en virtud de los resultados de las encuestas realizadas con los Estados y los explotadores aeroportuarios en la Región Sudamericana.

BREVE VISION PANORAMICA DEL SMS AEROPORTUARIO

Un SMS, como su nombre lo indica, debe operar en forma sistemática. Así, debe incluir una serie de políticas, procedimientos y métodos coherentes, integrados y documentados para la efectiva gestión de la seguridad operacional en cualquier tipo de negocio (2).

Según la OACI (15), “los Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional son sistemas que sirven para gestionar la seguridad operacional en los aeródromos, incluyendo la estructura organizacional, las responsabilidades, procedimientos, procesos y disposiciones para la implantación de políticas de seguridad en los aeródromos por parte del explotador del aeródromo, quien garantiza el control de la seguridad operacional en el aeródromo y el uso seguro del mismo”.

Más recientemente, la OACI (11) definió oficialmente el SMS como “un enfoque sistémico para gestionar la seguridad operacional, incluyendo las estructuras organizacionales, responsabilidades, políticas y procedimientos necesarios”.

El amplio espectro de estas definiciones aparece representado en la Figura 01, la cual sugiere una estructura para el desarrollo de un SMS con nueve sub-sistemas (9, 10), a saber:

- Política y filosofía SMS;
- Definición de responsabilidades;
- Gestión del riesgo;
- Investigación y ajuste de las actividades que tienen un riesgo por encima del nivel deseado;
- Instrucción y calificación del personal;
- Documentación y control de datos;
- Notificación de peligros/riesgos y notificación de las medidas adoptadas;
- Auditoría de la operación del sistema y evaluación de incidentes/accidentes; y
- Evaluación de la operación del sistema.

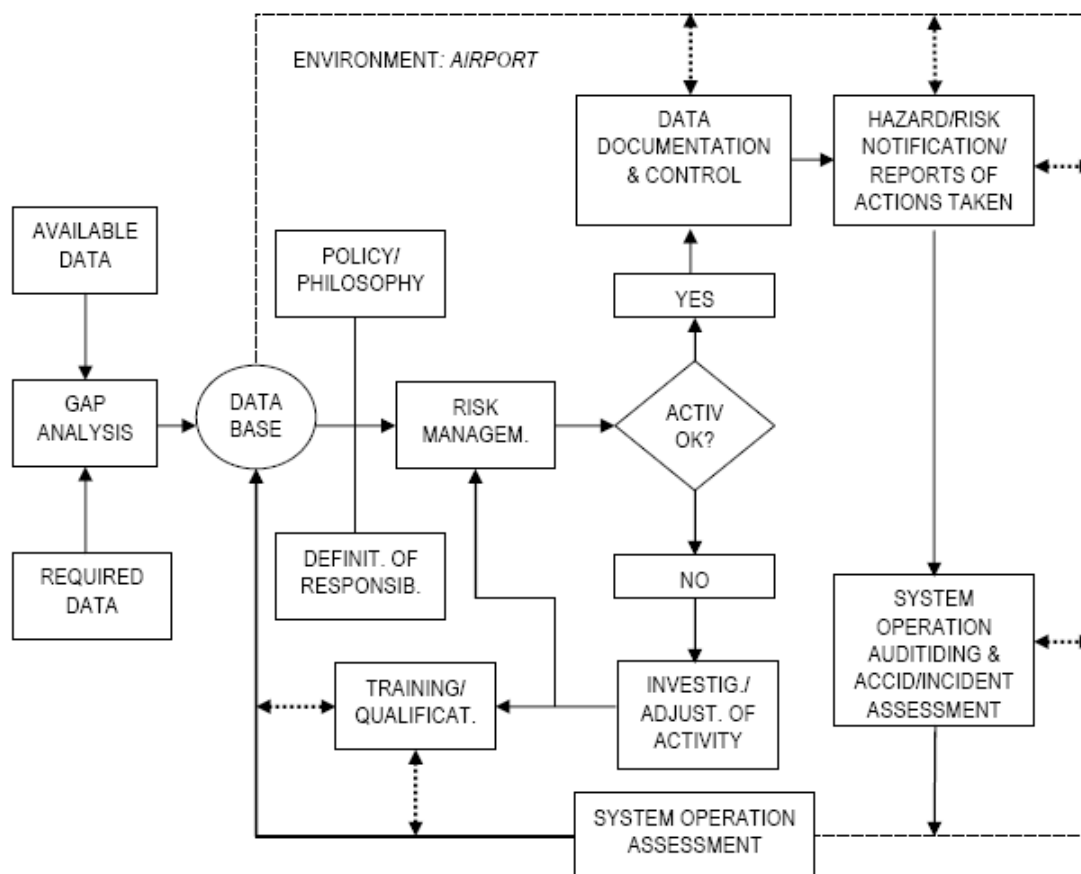


FIGURA 1 Implantación del SMS y de sus sub-sistemas (9, 10)

Funcionamiento de un SMS según lo descrito en la Figura 1

En términos generales y muy sencillos, el SMS para un determinado aeropuerto, tal como se describe en la Figura 1, debería funcionar de la siguiente manera:

- El primer paso es realizar un análisis de brechas, comparando la información disponible sobre el aeropuerto con los requisitos nacionales e internacionales en cuanto a la seguridad operacional. Esta información permitirá el desarrollo de la base de datos SMS. Según la referencia (3), “El análisis de brechas es la identificación de los componentes de seguridad operacional existentes, comparados con los requisitos del SMS. El análisis de brechas brinda al explotador del aeropuerto un plan inicial para el desarrollo del SMS y una hoja de ruta para su cumplimiento”;
- Utilizando la base de datos como referencia, verificar si cada actividad, característica física, proceso o procedimiento o cosa similar en el aeródromo tienen un nivel de riesgo aceptable (sub-sistema de “Gestión de Riesgo”);
- Si el nivel de riesgo no es aceptable, la información es enviada al sub-sistema de “Investigación y Ajuste de Actividad con Nivel de Riesgo Inapropiado”;
- Una vez identificadas las causas y ajustado el nivel de riesgo para la actividad, característica física, proceso o procedimiento o cosa similar, toda la información es enviada a los sub-sistemas “Documentación/Control de Datos” e “Instrucción y Calificación”;
- Si el nivel de riesgo es aceptable, la documentación relacionada con la actividad respectiva, características físicas, proceso o procedimiento o cosa similar debe estar totalmente lista y disponible en el sub-sistema “Documentación/Control de Datos”;
- El sub-sistema “Documentación/Control de Datos” actúa como la biblioteca SMS. Toda su documentación, incluyendo los objetivos, política, definición de responsabilidades, así como cada actividad, característica física, proceso o procedimiento y cosa similar debe estar lista y disponible para su uso o implantación. De igual manera, todo el control de la documentación deberá realizarse en este sub-sistema; y
- Se debería registrar toda la información sobre peligros y riesgos utilizando los formularios y la guía disponible en el sub-sistema “Documentación/Control de Datos”.

Se puede encontrar más información acerca de estos sub-sistemas en el Manual sobre Gestión de la Seguridad Operacional (SMM) (8) de la OACI y en otras partes (2, 9, 10). Estos sub-sistemas también están implícitamente incluidos en los cuatro componentes SMS recomendados por el Curso de Instrucción SMS de la OACI (11).

Los primeros dos sub-sistemas indicados en la Figura 1, la Política y Filosofía SMS y la Definición de Responsabilidades y/o el primer componente de la OACI (Política y Objetivos de Seguridad Operacional) son tareas que deben ser llevadas a cabo por la más alta autoridad aeroportuaria. En este sentido, el componente “Política y Objetivos de Seguridad Operacional” recomendado por la OACI (11) establece que la alta gerencia debe:

- Desarrollar la **política de seguridad operacional**, firmada por el ejecutivo responsable, de conformidad con las normas nacionales e internacionales y las prioridades de la organización;
- Transmitir la política de seguridad operacional a todo el personal, dándole evidente respaldo;
- Brindar los recursos humanos y financieros necesarios;
- Establecer **objetivos de seguridad operacional** y **normas de performance** para el SMS;
- Los objetivos de seguridad operacional y las normas de performance deberían estar ligadas a los **indicadores de performance de la seguridad operacional, las metas de performance de la seguridad operacional y los requisitos de seguridad operacional** del SMS; e,

- Identificar al ejecutivo responsable, quien debe ser una persona identificable, con plena responsabilidad por el SMS de la organización. Esta persona podría ser el Ejecutivo en Jefe (CEO)/Presidente del Directorio, un socio o el propietario.

Los siguientes conceptos básicos son fundamentales para el desarrollo de la metodología descrita en este documento:

- Peligro: “Condición, objeto o actividad con el potencial de causar lesiones al personal, daños a los equipos o estructuras, pérdida de materiales, o una reducción de la capacidad de realizar un función prescrita”. (11);
- Riesgo: “La probabilidad de lesión al personal, daño a los equipos o estructuras, pérdida de materiales, o reducción de la capacidad de realizar una función prescrita, medida en términos de probabilidad y severidad”. (11);
- Condiciones latentes: Condiciones existentes en el sistema que pueden ser desencadenadas por un evento o conjunto de eventos (11) o “errores latentes, cuyas consecuencias adversas pueden permanecer en suspenso dentro del sistema por mucho tiempo” (16);
- Eventos de cuasicolisión: La definición de Reason (13) es: “Cualquier evento que podría haber tenido consecuencias adversas, pero que no las tuvo”.
- Objetivos de seguridad operacional: Un conjunto de objetivos de seguridad operacional establecidos por la alta gerencia, de conformidad con la Política de Seguridad Operacional;
- Requisitos de seguridad operacional: Las herramientas utilizadas para garantizar la performance de la seguridad operacional. Incluyen, por ejemplo, procedimientos, tecnología, instrucción, etc.;
- Performance de la seguridad operacional: El cambio que se da a través del tiempo en la tendencia en el nivel de seguridad operacional de cualquier actividad comercial. En otras palabras, es frecuente la ocurrencia de ciertos eventos, incidentes, informes, etc., relacionados con la seguridad operacional;
- Indicadores de performance de la seguridad operacional: Los parámetros que reflejan la medida de la performance de la seguridad operacional de cualquier actividad comercial en un momento dado;
- Metas de performance de la seguridad operacional: Objetivos cuantificados establecidos por la alta gerencia. Están ligados a los objetivos de seguridad operacional y deberían ser monitoreados por los indicadores de performance de la seguridad operacional;
- Indicadores individuales de performance: Cada uno de los parámetros utilizados para determinar cuán bien o mal ciertos aspectos del SMS están funcionando a través del tiempo; e
- Indicador general de performance: La respuesta combinada de todos los IPI considerados en un SMS. Su función es brindar una visión amplia de cómo está funcionando la seguridad operacional en su totalidad. No reemplaza a la información que puede brindar cada IPI.

Tal como informó Reason (16), la performance está basada en metas. Asimismo, podemos asumir que los indicadores de performance son el “puente” entre la política de seguridad operacional (definida por el ejecutivo responsable) y los requisitos y metas de seguridad operacional. Esta relación aparece reflejada en la Figura 2. Una buena identificación, medición y cuantificación de los indicadores de performance son tareas obligatorias para el éxito de cualquier SMS.

Según Reason (13), las condiciones latentes reflejan las consecuencias de las decisiones al más alto nivel, que provocan un efecto de acción retardada en el SMS. En este sentido, los indicadores de performance son las herramientas más importantes para mostrar rápidamente al nivel más alto de la gerencia (el ejecutivo responsable) la necesidad de reorientar/reajustar la política de seguridad operacional, los objetivos de seguridad operacional y las normas de performance del SMS. La metodología desarrollada en este estudio para calcular los indicadores individuales y generales de performance aparece descrita en el siguiente acápite.

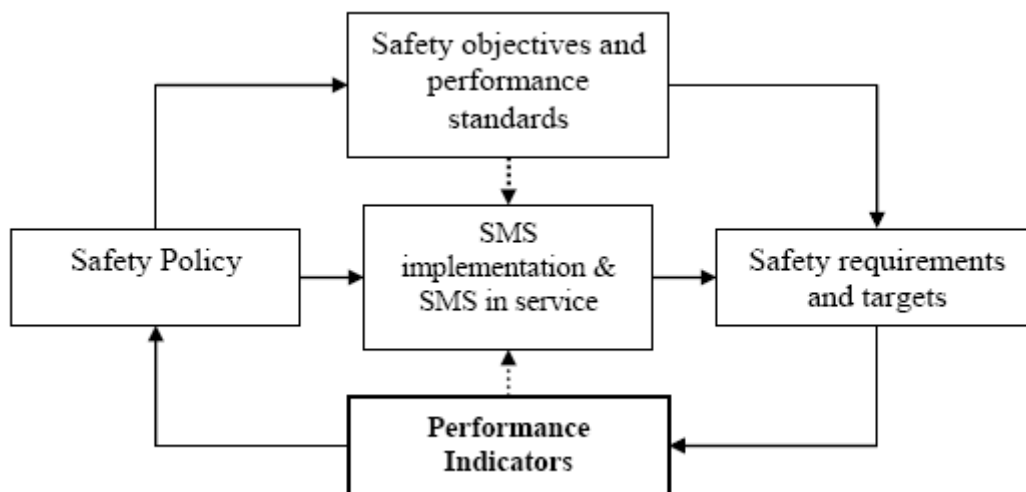


FIGURA 2 Papel e importancia de los indicadores de performance

METODOLOGIA PARA CALCULAR LOS INDICADORES INDIVIDUALES Y GENERALES DE PERFORMANCE

Esta investigación se ha centrado en dos objetivos. El primero era identificar los Indicadores Individuales de Performance (IPI) que pudieran mostrar, a un nivel razonable, la tendencia en cuanto a la seguridad operacional de un SMS aeroportuario. El segundo era obtener los Indicadores Generales de Performance (OPI) del SMS aeroportuario que pudieran reflejar la tendencia de la seguridad operacional del SMS de todo un aeropuerto.

Afortunadamente, los accidentes de aviación son eventos inusuales. Por este motivo, la base de datos que resulta de éstos no es confiable para el monitoreo de la performance de la seguridad operacional de todo el sistema aeronáutico o de un solo componente del sistema aeronáutico, como lo es un aeropuerto. Por lo tanto, se requiere indicadores capaces de reflejar los eventos que ocurren con mayor frecuencia o las condiciones que pueden ser monitoreadas en forma continua.

Además, en vez de considerar los indicadores de performance relacionados con las fallas activas (desencadenadores de accidentes), este documento ha buscado el concepto de accidentes organizacionales y eventos de “cuasicolisión” de Reason (13), los cuales tienen múltiples causas que abarcan a muchas personas que operan a diferentes niveles de la organización. Además, Reason recuerda que los eventos de “cuasicolisión” suceden con más frecuencia que los resultados adversos y “son un poderoso recordatorio de los peligros que enfrenta el sistema”.

En este sentido, el *European Transport Safety Council* (Consejo Europeo de Seguridad en el Transporte) (12) considera que la cantidad de accidentes no explica mucho acerca de los procesos que dan origen a los accidentes, porque es una cuestión de casualidad el que una situación peligrosa resulte o no en un accidente. En otras palabras, es razonable suponer que, por cuestión de suerte, condiciones muy riesgosas no siempre terminan en accidentes. Por este motivo, es necesario complementar la cantidad de accidentes o pérdidas de vida con otros indicadores de la seguridad operacional. De acuerdo con la misma referencia, un criterio para los indicadores de performance de la seguridad de la aviación debería incluir:

- La identificación de los indicadores de performance a ser medidos;
- La política de seguridad operacional
- La implantación del SMS y el SMS en funcionamiento
- Los requisitos y las metas de la seguridad operacional

Indicadores de performance

Objetivos de seguridad operacional y normas de performance

- Desarrollo de la metodología para monitorear los indicadores de performance; y
- Cuantificación de los indicadores de performance

Este criterio fue adoptado para fines de esta investigación y el primer paso fue la identificación de los indicadores de performance a ser medidos.

Identificación preliminar de los indicadores individuales de performance

Como ya se mencionó, la información recolectada por los autores durante varios años fue analizada con miras a identificar los IPI que tuvieran las siguientes características:

- Capaces de reflejar un vínculo entre una condición latente y los posibles resultados/accidentes;
- Fáciles de ser cuantificados;
- No subjetivos;
- Coherentes a través del tiempo; y
- Posibilidad de combinarse con otros IPI a fin de obtener los Indicadores Generales de Performance (OPI).

Asimismo, los IPI deberían representar los mismos factores contribuyentes a los accidentes en plataforma reportados por Ashford *et al* (17): “incumplimiento de los reglamentos y procedimientos normalizados, problemas con los equipos, problemas organizacionales, factores relacionados con el comportamiento y circunstancias físicas”.

Los IPI potenciales para SMS aeroportuarios que fueron seleccionados con estas características fueron:

- Obstáculos* que no cumplen con las normas
- Marcas* que no cumplen con las normas
- Luces* que no cumplen con las normas
- Señales* que no cumplen con las normas
- IncurSIONES en pista**
- Incidentes en cada plataforma

- Incidentes en cada pista
- Incidentes en cada calle de rodaje
- Deficiencias/fallas observadas durante un simulacro de emergencia de aeródromo a escala completa
- FOD*** encontrados en cada plataforma
- FOD encontrados en cada pista
- FOD encontrados en cada calle de rodaje
- Impactos aviarios/de fauna silvestre en aeronaves
- Informes sobre la presencia de aves/fauna silvestre
- Equipos de las ayudas para la navegación aérea fuera de servicio*
- Informes sobre peligros en la superficie en cada plataforma
- Informes sobre peligros en la superficie en cada pista
- Informes sobre peligros en la superficie en cada calle de rodaje
- Informes sobre pista resbalosa
- Infracciones de conductores en cada plataforma
- Infracciones de conductores en cada pista
- Infracciones de conductores en cada calle de rodaje
- Infracciones durante el reabastecimiento de combustible en aeronaves en cada plataforma
- Vehículos no autorizados en cada plataforma
- Vehículos no autorizados en cada calle de rodaje
- Personas no autorizadas en cada plataforma
- Personas no autorizadas en cada calle de rodaje

Definición de la OACI (1); ** definición de la OACI (18) y * Definición de referencia (6): “Daño por objeto extraño’ o ‘desechos de objeto extraño’, ambos representados por la abreviatura FOD, son una fuente potencial de daño catastrófico a las aeronaves – especialmente a los motores. FOD también puede representar el peligro de tropezarse o resbalarse que resulta en una lesión al personal y a los pasajeros”.*

A fin de convalidar estos IPI, éstos fueron enviados a todas las Autoridades de Aviación Civil (CAA) de Sudamérica y a ACI/LAC (Consejo Internacional de Aeropuertos/Región de América Latina y el Caribe), durante el primer semestre de 2007, para ser presentados a los explotadores de aeropuertos bajo su administración o influencia, para la adopción de las siguientes acciones: indicar el orden de prioridad de los IPI, clasificarlos como óptimos, buenos, regulares o malos, y sugerir otros posibles IPI con sus respectivas prioridades y clasificaciones. También se les pidió que no incluyeran el número de accidentes ni la pérdida de equipos o vidas.

Dificultades en la realización e interpretación de las encuestas

La idea inicial de esta investigación era realizar sólo una encuesta, como ya se indicó. No obstante, se necesitó encuestas adicionales, aplicadas en fases, para superar algunas de las dificultades encontradas, como se indica a continuación:

- Fase 1: Encuesta enviada a las AAC de Sudamérica y a ACI/LAC para ser entregada a los explotadores aeroportuarios;
- Fase 2: Encuesta a 30 representantes de los explotadores aeroportuarios de Argentina durante un curso SMS de la OACI;
- Fase 3: Discusiones sobre la lista de IPI obtenida en la fase 2, durante una sesión plenaria del mismo curso;
- Fase 4: Aplicación de una nueva encuesta, con los resultados mejorados obtenidos en las fases 2 y 3, a 30 altos ejecutivos de la AAC de Chile durante otro curso SMS de la OACI; y,

Fase 5: Discusión de los resultados generados en la fase 4 durante una sesión plenaria del mismo curso y elaboración de la lista final de IPI con los grupos prioritarios.

Se recibió unas pocas respuestas de los explotadores aeroportuarios, y esa fue la principal dificultad para la realización de la fase 1. Otra dificultad fue la interpretación de las respuestas obtenidas en las fases 2 y 4, debido a inconsistencias verificadas. Se observó que la diferente formación de los participantes, como, por ejemplo, la experiencia académica y técnica, el lugar de trabajo y sus obligaciones en el lado aeronáutico, etc., interfería en sus respuestas. A continuación, algunos ejemplos de estas inconsistencias:

- un abogado tiende a dar prioridad a los IPI relacionados con el incumplimiento de las normas;
- un bombero considera que el número de deficiencias/fallas observadas durante un simulacro de emergencia de aeródromo a escala completa es más importante que otros IPI más fuertes;
- la persona que trabaja en el área de plataforma tiende a considerar los IPI relacionados con la plataforma más importantes que aquéllos relacionados con las pistas; etc.

Hubo una excepción en este comportamiento, cuando los participantes seleccionaron los IPI para el Grupo 1 (ver la Tabla 1) en las fases 1, 2 y 4, todos considerados como eventos de “cuasicolisión”. En este sentido, hubo casi un 100% de consenso en que las incursiones en pista eran los IPI más poderosos. Otra observación muy interesante fue que los resultados se volvieron mucho más consistentes cuando los instructores de la OACI interactuaron con el público en las fases 3 y 5 y explicaron en mayor detalle los antecedentes relacionados con los indicadores de performance y la finalidad de la investigación.

Si bien estas encuestas mostraron que estos IPI eran herramientas razonables para indicar la “salud” de cualquier SMS aeroportuario, éstos serán materia de un análisis estadístico más detallado a fin de entender mejor su comportamiento en el futuro cercano.

Desarrollo de la metodología para monitorear los indicadores de performance

Indicadores individuales de performance (IPI)

En base a la información recolectada durante la investigación de campo en las fases 2 a 4, se asignó pesos decrecientes a los IPI, de 10 a 1, y del más alto al más bajo grupo prioritario, tal como se muestra en la Tabla 1. La clasificación final obtenida en dichas fases fue ligeramente ajustada en la fase 5. Cabe mencionar que los autores no dieron opinión alguna ni hicieron cambio alguno en esta tabla, a fin de evitar darle más subjetividad a los resultados, y expresar lo que realmente se encontró en la encuesta.

El número de admisiones de FOD fue sugerido durante la encuesta y, posteriormente, fue incorporado en la Tabla 1.

Al momento de considerar los IPI, se debería tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los obstáculos, marcas, señales y luces que no cumplan con las normas y los equipos de ayudas para la navegación aérea que estén fuera de servicio deberían ser monitoreados para determinar su porcentaje de disponibilidad. Todos los otros IPI deberían ser monitoreados en términos de número de ocurrencias. Esta tarea puede resultar más fácil siguiendo el índice del Anexo 14, Volume I (I).
- Cualquier tipo de incidente en la plataforma debería ser considerada como “incidente en cada plataforma”, excepto aquéllos debidos a una mala comunicación entre la torre y la plataforma mientras la aeronave está estacionada, los cuales deberían ser considerados en el SMS del ATS (Servicios de Tránsito Aéreo);

- Los incidentes en cada pista o calle de rodaje son aquéllos no relacionados con el ATS y/o la operación de aeronaves. Una aeronave que golpea a un animal sería un ejemplo de un incidente en una pista. De acuerdo con la referencia (18), la presencia de un animal en las pistas no es considerada como una incursión en pista.
- Para monitorear (contar) la cantidad de FOD encontrados en cada pista, calle de rodaje y plataforma, se sugiere utilizar las mismas secciones y dependencias de muestra delineadas para los aeropuertos que realizan la Encuesta de Índice de Condición de Pavimento (método PCI) de acuerdo con la norma (19). El objetivo al emplear este procedimiento es mantener un registro de dónde se presenta FOD con mayor frecuencia. Asimismo, se debe considerar todas las dependencias de muestra. Se debería utilizar otros enfoques para aquellos aeropuertos que no tienen el método PCI en funcionamiento, y éstos deberían permitir la posibilidad de mantener un registro de la presencia de FOD a través del tiempo.

TABLA 1 IPI selectos y sus respectivos grupos, prioridad y pesos para el SMS aeroportuario

Grupo/Prioridad	Indicadores individuales de performance para el SMS aeroportuario	Peso
1	Incursiones en pista* Impactos aviarios/de fauna silvestre Incidentes en cada pista Admisiones de FOD***	10
2	FOD encontrados en cada pista Incidentes en cada plataforma	9
3	Incidentes en cada calle de rodaje Informes de pista resbalosa	8
4	FOD encontrados en cada calle de rodaje FOD encontrados en cada plataforma	7
5	Equipos de las ayudas para la navegación aérea fuera de servicio** Vehículos no autorizados en cada pista Infracciones de conductores en cada pista Infracciones durante el reabastecimiento de combustible de las aeronaves en cada plataforma	6
6	Obstáculos** que no cumplen con las normas Informes sobre peligros en superficie en cada pista Luces** que no cumplen con las normas Personas no autorizadas en cada pista Marcas** que no cumplen con las normas	5
7	Señales** que no cumplen con las normas Informes sobre presencia de aves/fauna silvestre	4
8	Fallas observadas durante un simulacro de emergencia de aeródromo a escala completa Vehículos no autorizados en cada calle de rodaje Vehículos no autorizados en cada plataforma Infracciones de conductores en cada plataforma	3
9	Personas no autorizadas en cada calle de rodaje Personas no autorizadas en cada plataforma Infracciones de conductores en cada calle de rodaje	2

10	Informes de peligros en superficie en cada calle de rodaje Informes sobre peligros en superficie en cada plataforma	1
----	--	---

Según la definición (18) de la * ICAO, ** ICAO (1) y *** Referencia (6)

Esta nota no pretende abarcar todos los aspectos particulares de todos los aeropuertos y/u operaciones aeroportuarias.

Indicadores generales de performance (OPI)

Los IPI indicados en la Tabla 1 sirvieron de base para el cálculo del OPI, como se explicará más adelante.

Cuantificación de los indicadores de performance

En esta sección, se analiza cómo cuantificar los indicadores individuales de performance y los indicadores generales de performance.

Indicadores individuales de performance (IPI)

Todos los IPI deberían estar referidos a períodos anuales, pero promediados/calculados para 10,000 operaciones de aeronaves. A manera de ejemplo, se propone dos escenarios: a) un pequeño aeropuerto con dos incursiones en pista por 3,650 operaciones/un año; b) un aeropuerto grande con tres incursiones en pista por 100,000 operaciones/un año. Los valores IPI para ambas situaciones, para ese año en particular, serían 5.48 ($2 \times 10,000 \div 3,650$) y 0.30 ($3 \times 10,000 \div 100,000$) incursiones en pista, respectivamente.

Indicadores generales de performance (OPI)

Una vez calculados los IPI, se puede calcular fácilmente los OPI mediante la Ecuación 1.

$$OPI_{year} = \sum_{i=1}^n W_i (IPI_{value})_i \quad (1)$$

donde:

OPI_{año} = OPI para un año en particular

W_i = peso del indicador de performance i (Tabla 1)

valor_iIPI = valor medido para el valor IPI i

n = número total de indicadores individuales de performance

La Ecuación 2 es el resultado de la Ecuación 1 multiplicado por 10⁻². La aplicación de esta nueva ecuación permite una captura manejable de cualquier cambio en los valores de los grupos prioritarios IPI, y una más fácil interpretación de los resultados finales OPI. El único requisito para utilizar esta nueva ecuación es expresar los resultados finales con dos decimales.

$$OPI_{year} = 10^{-2} \left[\sum_{i=1}^n W_i (IPI_{value})_i \right] \quad (2)$$

APLICACIÓN PRACTICA DE LA METODOLOGIA

Debido a que la implantación SMS en los aeropuertos es relativamente reciente, no se dispone de datos sistemáticos para el cálculo de los IPI y OPI. Para mostrar la aplicación práctica de la metodología, asumamos el escenario indicado en las columnas de la Tabla 2 para un SMS de un aeropuerto no identificado (aeropuerto con una sola pista, calle de rodaje y plataforma):

Columna 1: grupos de IPI;

Columna 2: IPI considerados;

Columna 3: valores IPI medidos en 2007 y referidos a 10,000 operaciones de aeronaves; y,

Columnas 4 a 10: metas de performance de la seguridad operacional, referidas a 10,000 operaciones de aeronaves y establecidas/respaldadas por la alta gerencia del aeropuerto para el período entre 2008 y 2014.

Cálculo de los IPI

Básicamente, no se requiere un cálculo para hacer un estimado de los IPI. Sin embargo, se debería graficar cada IPI para poder analizarlo mejor. Un buen ejemplo de estos gráficos son las curvas de performance mostradas en la Figura 3 para los IPI de “incursiones en pista” (referidos a 10,000 operaciones de aeronaves). Para este ejemplo en particular, se asumió dos posibles situaciones adicionales:

- a) Incursiones en pista desde 2008 hasta 2014: 2; 1.9; 1.8; 1.5; 1; 0.8 y 0.5, respectivamente
- b) Incursiones en pista desde 2008 hasta 2014: 1.8; 1.6; 1.2; 1; 0.4; 0.1 y 0, respectivamente

La curva intermedia (datos de la Tabla 2) en la Figura 3 representa los valores del nivel de seguridad operacional deseado, establecidos/respaldados por la alta gerencia del aeropuerto para este IPI. La curva superior muestra que la performance estaría por debajo del nivel esperado. Además, no se cumplió con la norma de seguridad operacional designada, y es necesario adoptar acciones complementarias para mejorar la performance SMS para este IPI. Por otro lado, la curva inferior muestra que la performance estuvo por encima del nivel esperado, lo cual significa que los resultados de las acciones adoptadas para reducir las incursiones en pista fueron efectivas y que los requisitos de seguridad operacional y la norma de seguridad operacional establecidos fueron suficientes.

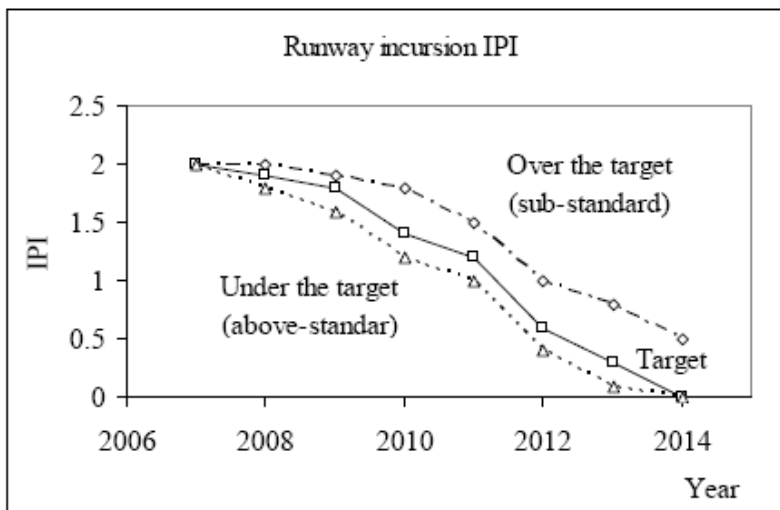


FIGURA 3 Curvas de performance para el IPI de “incursión en pista”.

TABLA 2 Valores IPI medidos y deseados para un SMS aeroportuario hipotético

Grupo	Indicadores individuales de performance para un SMS aeroportuario	Medido Valores deseados							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	IncurSIONES en pista*	2	1.9	1.8	1.4	1.2	0.6	0.3	0
	Impactos aviarios/de fauna silvestre en aeronaves	2	1.9	1.8	1.4	1.3	1.2	0.5	0
	Incidentes en cada pista	2	2	2	2	2	0	0	0
	Ingestiones FOD***	3	3	2	2	2	2	1	0
2	FOD encontrados en cada pista	10	10	10	8	5	4	3	0
	Incidentes en cada plataforma	5	4.5	4.5	3	3	1	1	0
	Incidentes en cada calle de rodaje	4	4	4	3.2	3	1.5	1	0
3	Informes de pista resbalosa	3	2.8	2	1.6	1.5	1	0	0
4	FOD encontrados en cada calle de rodaje	15	15	14	14	12	6	5	3
	FOD encontrados en cada plataforma	20	20	18	12	10	5	4	3
5	Equipos de las ayudas para la navegación aérea fuera de servicio**	50	45	40	25	20	12	5	0
	Vehículos no autorizados en cada pista	2	2	2	1.5	1.3	1	0.8	0
	Infracciones de conductores en cada pista	3	3	2	2	1	1	1	0
	Infracciones durante el reabastecimiento de combustible de las aeronaves en cada plataforma	2	2	2	1	1	1	0	0
6	Obstáculos** que no cumplen con las normas	100	90	80	60	40	20	10	0
	Informes sobre peligros en superficie en cada pista	4	2	2	2	2	1	0	0
	Luces** que no cumplen con las normas	30	20	20	15	10	0	0	0
	Personas no autorizadas en cada pista	2	2	2	1	1	0	0	0
	Marcas** que no cumplen con las normas	40	30	20	15	10	0	0	0
	Señales** que no cumplen con las normas	35	30	30	25	20	10	0	0
7	Informes sobre la presencia de aves/fauna silvestre	5	5	5	4	4	3	2	1
8	Fallas observadas durante un simulacro de emergencia de aeródromo a escala completa	10	10	8	6	3	3	2	1
	Vehículos no autorizados en cada calle de rodaje	4	3	2	2	1	1	1	1
	Vehículos no autorizados en cada plataforma	3	2	2	2	1	1	0	0
	Infracciones de conductores en cada plataforma	5	4	3	3	2	2	1	0
9	Personas no autorizadas en cada calle de rodaje	3	3	3	2	2	1	0	0
	Personas no autorizadas en cada plataforma	5	5	4	3	3	2	1	0
	Infracciones de conductores en cada calle de rodaje	4	4	4	3	3	2	1	0
10	Informes sobre peligros en superficie en cada calle de rodaje	5	5	5	4	4	2	1	0
	Informes sobre peligros en superficie en cada plataforma	3	3	3	3	2	1	1	0

* Según la definición (18) de la OACI ** ICAO (1) y *** Referencia (6)

Cálculo de los OPI

El objetivo del cálculo de los OPI es tener una referencia global de la curva de performance de un SMS aeroportuario. A continuación, los pasos necesarios para calcular los OPI:

- Clasificar los IPI de acuerdo con los 10 grupos prioritarios establecidos en la Tabla 1;
- Multiplicar los valores IPI medidos en 2007 y los valores deseados (2008 a 2014) por sus respectivos pesos, de conformidad con la Tabla 1; y
- Aplicar la Ecuación 2 (sumar estos productos para cada año y multiplicar por 10-2).

Los resultados finales calculados para los OPI, para este ejemplo en particular, aparecen en la Figura 4.

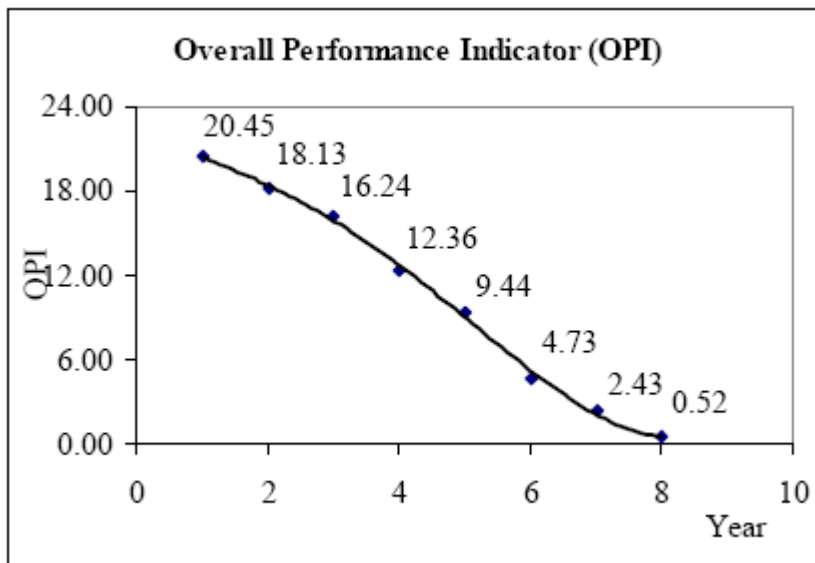


FIGURA 4 Curva de performance para los OPI

Es importante recordar que los OPI no reemplazan a los IPI. En otras palabras, aún si un determinado OPI es mejor que el valor deseado, los IPI deben ser verificados uno por uno ya que un OPI es el resultado de distintas combinaciones de IPI.

Finalmente, este documento no pretende analizar todos los posibles indicadores de seguridad operacional del aeropuerto, ya que esta metodología es totalmente flexible para permitir la incorporación de otros IPI, según las necesidades y la realidad de cada aeropuerto. El único paso necesario para agregar los IPI es clasificar e insertar los mismos en uno de los 10 grupos sugeridos en la Tabla 1.

CONCLUSIONES Y LA INVESTIGACION EN EL FUTURO

Este documento ha ofrecido inicialmente una visión panorámica del SMS, recordando que la implantación SMS por parte de los explotadores aeroportuarios certificados ha sido un requisito de la OACI desde noviembre de 2005.

Se ha recordado que la alta gerencia y el funcionario contable del aeropuerto tienen la responsabilidad de establecer/respaldar la Política y Objetivos de Seguridad Operacional, las normas de performance, los indicadores de performance, las metas de performance de la seguridad operacional y los requisitos de performance.

También ha quedado demostrado que los indicadores de performance constituyen el “puente” entre la Política de Seguridad Operacional y los Requisitos de Seguridad Operacional y las Metas establecidas/respaldadas por la alta gerencia, y que son la herramienta más poderosa para ayudar a la alta gerencia en el proceso de toma de decisiones a fin de ajustar/reorientar la política y los objetivos SMS.

La metodología para calcular los indicadores individuales y generales de performance desarrollada en este documento se centra en las condiciones latentes y en los eventos de “cuasicolisión” en los aeropuertos, y no en las fallas activas. El enfoque general adoptado para el desarrollo de la metodología ha sido la identificación de los indicadores individuales de performance (IPI) a ser medidos y el desarrollo de procedimientos para monitorearlos y cuantificarlos.

La identificación de los posibles IPI preliminares se basó en la información acumulada durante varios años por los autores en cuanto a las operaciones aeroportuarias y la seguridad de la aviación, convalidada mediante encuestas realizadas con los explotadores aeroportuarios sudamericanos. Luego, los IPI fueron clasificados en 10 grupos, de acuerdo con las prioridades indicadas en las encuestas, y se les asignó pesos decrecientes, de 10 a 1, y desde el grupo con más alta prioridad hasta el de más baja prioridad.

El procedimiento propuesto para monitorear los IPI incluye una serie de ocurrencias encontradas para cada IPI, exceptuando los obstáculos, marcas, señales, luces que no cumplen con las normas, así como los equipos de las ayudas para la navegación aérea que están fuera de servicio, las cuales deberían ser consideradas en términos de porcentaje de disponibilidad.

Los IPI deberían ser cuantificados y referidos a períodos de un año, pero promediados/calculados en base a 10,000 operaciones de aeronaves. Para obtener los OPI, también en forma anual, se debería multiplicar los IPI por sus respectivos pesos. El OPI para un determinado año es la suma de los productos de los “valores IPI x los pesos respectivos de los IPI”, multiplicado por 10⁻² para ese año en particular. Cabe recordar que la finalidad de calcular los OPI es tener una referencia general de la curva de performance del SMS del aeropuerto. No reemplazan a los IPI, los cuales deberían ser verificados uno por uno. Este documento también ha ofrecido ejemplos prácticos para aclarar la aplicación de la metodología.

Finalmente, es importante resaltar que esta metodología es lo suficientemente flexible como para considerar los IPI en base a las necesidades y la realidad de cualquier SMS aeroportuario en particular, simplemente clasificándolos e insertándolos en los grupos sugeridos en la Tabla 1.

En el futuro, la investigación consistirá en un análisis estadístico más profundo de los datos ya acumulados, a fin de entender mejor el comportamiento de los IPI considerados en este estudio, y también incorporar nuevos IPI potenciales.

Descargo

El contenido de este documento es el resultado de muchos años de observación y experiencia de los autores en cuanto a las operaciones y la seguridad operacional en los aeropuertos, y no necesariamente reflejan la opinión oficial o las políticas de la Organización de Aviación Civil Internacional. Asimismo, las opiniones, resultados y conclusiones de este documento no constituyen una norma, recomendación, especificación o reglamento de la OACI.

REFERENCIAS

1. Organización de Aviación Civil Internacional. *Aeródromos, Diseño y Operaciones de Aeródromo*. OACI, Normas Internacionales y Métodos Recomendados, Anexo 14 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I, 4ª edición, julio de 2004.
2. *Australian Civil Aviation Safety Authority. Developing a Safety Management System at your Aerodrome*. CASA, Circular, AC 139-16(0), Australia, marzo de 2005, 11 páginas.
3. U. S. *Department of Transportation. Introduction to Safety Management Systems (SMS) for Airport Operators*. Circular de asesoramiento 150/5200-37, *Federal Aviation Administration*, 28 de febrero de 2007, 16 páginas.
4. ACRP Informe 1. *Safety Management Systems for Airports, Volume 1: Overview*. *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington, D.C., 2007.
5. *Transport Canada. Introduction to Safety Management Systems*. Documento TP 13739, abril de 2001, 19 páginas.
6. *United Kingdom Civil Aviation Authority. Airside Safety Management. Safety Regulation Group*, Documento CAP 642, mayo de 2003, 52 páginas.
7. *United Kingdom Civil Aviation Authority. The Management of Safety – Guidance to Aerodromes and Air Traffic Service Units on the Development of Safety Management Systems*. Safety Regulation Group, Document CAP 728, marzo de 2003, 19 páginas.
8. Organización de Aviación Civil Internacional. *Manual sobre Gestión de la Seguridad Operacional (SMM)*. OACI, Doc 9859-AN/460, Primera edición, 2006.
9. Cardoso, S.H. *Conceptos Básicos de los Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional para Aeropuertos*. Presentado en el Taller de la OACI sobre Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional para las Regiones NAM/CAR/SAM – Países de habla española, www.lima.icao.int, Buenos Aires, 04-08 de abril de 2005.
10. Organización de Aviación Civil Internacional. *Guía para la Implantación de Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional en Aeropuertos (SMS)*. OACI, Oficina Sudamericana, www.lima.icao.int, Lima, Perú, Mayo de 2005, páginas 01-23.
11. *Curso sobre Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) de la OACI*. Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, www.icao.int/anb/safetymanagement, Revisión No 10, octubre de 2007, accesado el 5 de noviembre de 2007.
12. Consejo Europeo de Seguridad en el Transporte. *Indicadores de Performance de la Seguridad en el Transporte*. ETSC, Bruselas, Bélgica, 2001, 56 páginas.
13. Reason, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate Publishing Limited, Inglaterra, 2006.
14. Hansen, M., y C. McAndrews. *Challenges of Measuring Performance for FAA's Safety Oversight System*. En *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No 1937*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2005, páginas 31 a 36.
15. Organización de Aviación Civil Internacional. *Manual sobre Certificación de Aeródromos*. OACI, Doc 9774-AN/969, 1ª edición, 2001.
16. Reason, J. *Human Error*, Cambridge University Press, 17th Printing, USA, 2006.

17. Ashford, N.J., N. N. Ndoh, and A.S. Brooke. *Airport Ramp Analysis and Management System*. En *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No 1562*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996, páginas 8 a 18.
18. Organización de Aviación Civil Internacional. *Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea – Gestión del Tránsito Aéreo*, OACI, Doc 4444-ATM/501, 14ª. Edición, 2001, 323 páginas.
19. *Annual Book of ASTM Standards. Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. ASTM, D 5340-04, Sección Cuatro - *Construction*, Volumen 04.03, *Road and Paving Materials, Vehicle-Pavement Systems*, 2007, páginas 552 a 606.