



# FRMS

Manual de sistemas de gestión  
de riesgos asociados a la fatiga  
**para los encargados  
de la reglamentación**

Primera edición - 2012

Publicado en línea por separado en español, árabe, chino, francés, inglés, y ruso por la ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL  
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas y librerías pueden obtenerse en el sitio web de la OACI:  
[www.icao.int](http://www.icao.int)

*Primera edición, 2012*

**Doc 9966, *Manual de sistemas de gestión de riesgos asociados a la fatiga para los encargados de la reglamentación***

© OACI 2013

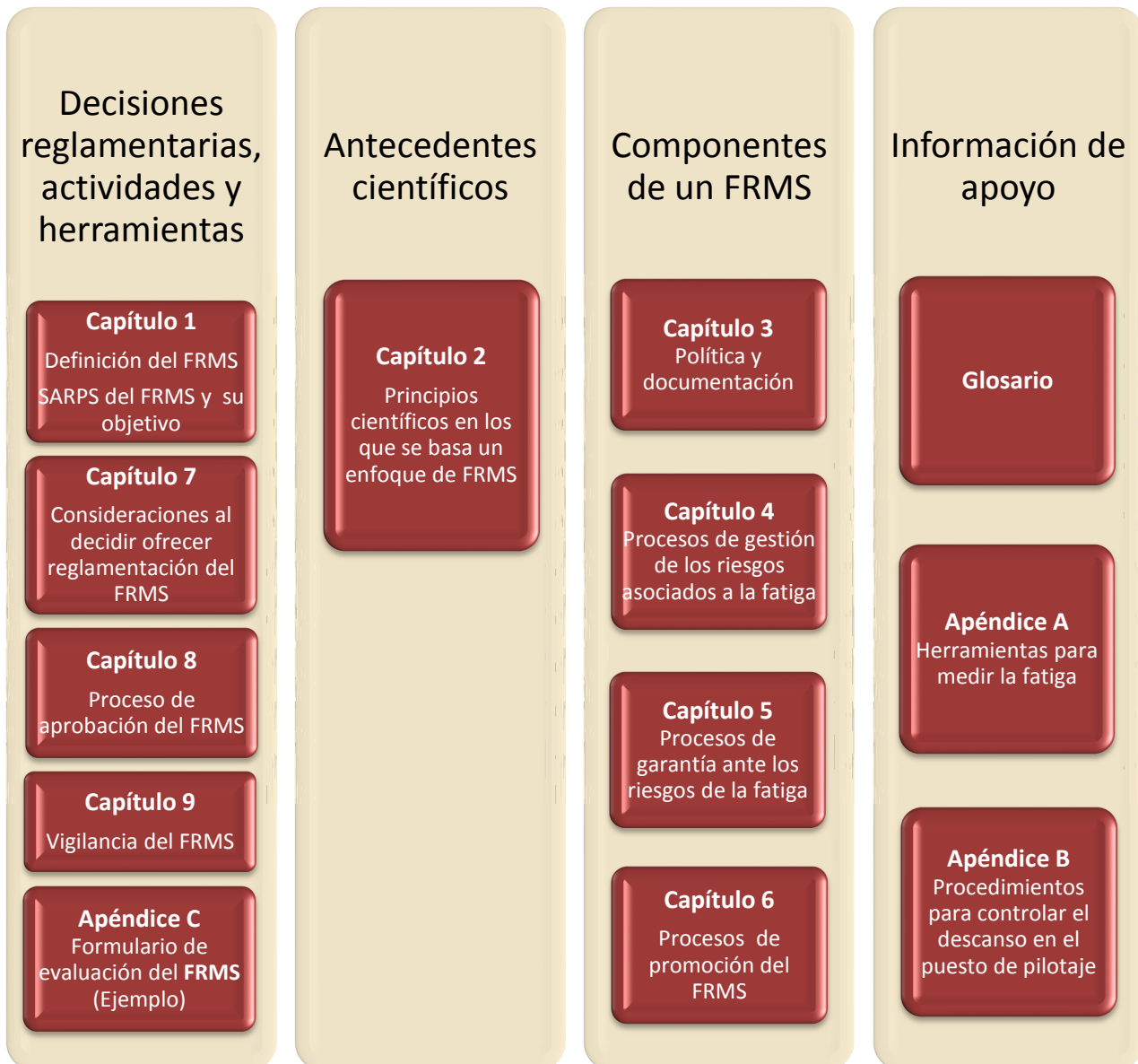
Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de ninguna parte de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su transmisión, de ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de la Organización de Aviación Civil Internacional.





## PANORÁMICA DE ESTE DOCUMENTO

El objetivo del manual del FRMS es ofrecer a los Estados información sobre la forma en que debe funcionar el FRMS, su reglamentación, y su vigilancia. Los capítulos del presente documento se refieren a las distintas materias generales, tal como se indica a continuación:





# ÍNDICE

Página

<b>Glosario</b> .....	(xi)
<b>Capítulo 1. Introducción a los sistemas de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS)</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 ¿Qué es un sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga? .....	1-1
1.2 Motivos de la industria aeronáutica para introducir el FRMS .....	1-2
1.3 Normas y métodos recomendados de la OACI en cuanto a gestión de la fatiga .....	1-3
1.3.1 Sección 4.10 del Anexo 6, Parte I .....	1-4
1.3.2 Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I .....	1-9
1.4 Estructura de este manual .....	1-10
<b>Capítulo 2. Aplicación de la ciencia al FRMS</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Introducción a la ciencia para el FRMS .....	2-1
2.2 Ciencia fundamental del sueño .....	2-1
2.2.1 Lo que ocurre en el cerebro durante el sueño .....	2-2
2.2.2 El tema de la calidad del sueño .....	2-5
2.2.3 Consecuencias de no lograr un sueño suficiente .....	2-7
2.3 Introducción a los ritmos circadianos .....	2-10
2.3.1 Ejemplos de ritmo circadiano .....	2-10
2.3.2 El reloj corporal circadiano y el sueño .....	2-11
2.3.3 Sensibilidad del reloj corporal circadiano a la luz .....	2-14
2.3.4 Trabajo en turnos .....	2-14
2.3.5 Desfase horario .....	2-16
2.4 Resumen de la ciencia fundamental para el FRMS .....	2-19
<b>Capítulo 3. Política y documentación del FRMS</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 Introducción a la política y la documentación del FRMS .....	3-1
3.2 Apéndice 8, párrafo 1.1: Criterios del FRMS .....	3-3
3.2.1 Alcance del FRMS .....	3-3
3.3 Ejemplos de declaraciones de política del FRMS .....	3-5
3.3.1 Declaración de política del FRMS para un transportista importante .....	3-5
3.3.2 Declaración de política del FRMS para un pequeño explotador que ofrece servicios de evacuación médica .....	3-6
3.4 Apéndice 8, párrafo 1.2: Documentación FRMS .....	3-8
3.4.1 Ejemplo de atribuciones de un grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga .....	3-9
<b>Capítulo 4. Procesos de la gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRM)</b> .....	<b>4-1</b>
4.1 Introducción a los procesos de FRM .....	4-1
4.2 Etapa 1 de los procesos FRM: Identificar las operaciones contempladas .....	4-4
4.3 Etapa 2 de los procesos FRM: Recoger datos e información .....	4-4
4.4 Etapa 3 de los procesos FRM: Identificación de peligros .....	4-7
4.4.1 Procesos predictivos de identificación de los peligros .....	4-7
4.4.2 Procesos proactivos de identificación de los peligros .....	4-10
4.4.3 Procesos reactivos de identificación de los peligros .....	4-16

4.5	Etapa 4 de los procesos FRM: Evaluación de riesgos.....	4-17
4.6	Etapa 5 de los procesos FRM: Mitigación de riesgos.....	4-19
4.7	Ejemplo: Establecimiento de procesos FRM para una nueva ruta ULR .....	4-22
4.7.1	Etapa 1 – Identificar la operación.....	4-22
4.7.2	Etapa 2 – Recopilar datos e información.....	4-22
4.7.3	Etapa 3 – Identificar peligros.....	4-23
4.7.4	Etapa 4 – Evaluar los riesgos para la seguridad operacional.....	4-25
4.7.5	Etapa 5 – Seleccionar y aplicar controles y medidas de mitigación.....	4-25
4.7.6	Etapa 6 – Supervisar la eficacia de los controles y las medidas de mitigación.....	4-26
4.7.7	Vínculos con los procesos de garantía de seguridad operacional del FRMS.....	4-27
<b>Capítulo 5. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS .....</b>		<b>5-1</b>
5.1	Introducción a los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS .....	5-1
5.2	Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.....	5-4
5.2.1	Etapa 1 – Recoger y revisar datos.....	5-4
5.2.2	Etapa 2 – Evaluar la performance del FRMS.....	5-6
5.2.3	Etapa 3 – Identificar nuevos peligros.....	5-8
5.2.4	Etapa 4 – Identificar cambios que afectan al FRMS.....	5-8
5.2.5	Etapa 5 – Mejorar la eficacia del FRMS.....	5-9
5.3	Asignación de responsabilidad para los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS .....	5-9
5.4	Ejemplos de procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS que interactúan con los procesos de FRM.....	5-11
<b>Capítulo 6. Procesos de promoción del FRMS.....</b>		<b>6-1</b>
6.1	Introducción a los procesos de promoción del FRMS.....	6-1
6.2	Programas de instrucción en FRMS.....	6-2
6.2.1	Los que necesitan recibir instrucción.....	6-2
6.2.2	Programa de enseñanza.....	6-3
6.2.3	Formatos y frecuencia de la instrucción en FRMS.....	6-7
6.2.4	Evaluación de la instrucción en FRMS.....	6-7
6.2.5	Documentación de la instrucción en FRMS.....	6-8
6.3	Plan de comunicaciones del FRMS.....	6-8
<b>Capítulo 7. Decisión de establecer normas para el FRMS.....</b>		<b>7-1</b>
7.1	Determinación de si el sistema de vigilancia de la seguridad operacional del Estado está suficientemente maduro.....	7-1
7.2	¿Contamos con los recursos adecuados?.....	7-2
7.3	Si ofrecemos el FRMS, ¿podemos prestar menos atención a nuestros reglamentos prescriptivos?.....	7-3
7.4	¿Qué sucede si el Estado ya cuenta con un proceso para aprobar un FRMS y/o explotadores con un FRMS aprobado?.....	7-4
7.5	¿Cuándo deben los explotadores solicitar la variación y cuándo se les debe exigir que apliquen un FRMS?.....	7-4
7.6	¿Cómo se evaluará la aceptabilidad de los límites que propone el explotador para su FRMS?.....	7-5
7.7	¿Cuáles son los aspectos de una operación por los que hay que determinar límites del FRMS?.....	7-6



7.8	¿Por qué no elaborar reglamentos que exijan al FRMS ser un componente del SMS? .....	7-6
7.9	Las disposiciones del FRMS exigen a los explotadores que registren las desviaciones significativas entre las horas de vuelo, los períodos de servicio y los períodos de descanso programados y reales, así como los motivos de esas diferencias significativas. ¿Cómo se supervisa eso?.....	7-7
<b>Capítulo 8. El proceso de aprobación del FRMS.....</b>		<b>8-1</b>
8.1	Enfoque de implantación por fases del FRMS.....	8-1
8.1.1	Fase I – Planificación .....	8-2
8.1.2	Fase II – Aplicación de procesos reactivos de FRM.....	8-3
8.1.3	Fase III – Aplicación de procesos proactivos y predictivos de FRM.....	8-4
8.1.4	Fase IV – Aplicación de procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS .....	8-4
8.1.5	Ejemplo operacional de la implantación por fases del FRMS .....	8-5
8.2	Proceso de aprobación del FRMS .....	8-8
8.2.1	Hito reglamentario 1 – Notificación por el explotador.....	8-8
8.2.2	Hito reglamentario 2 – Revisión del plan, la política y la documentación del FRMS .....	8-9
	Documentación reglamentaria .....	8-9
	1. Revisión del plan del FRMS .....	8-9
	2. Revisión de la propuesta inicial de política y documentación del FRMS .....	8-10
8.2.3	Hito reglamentario 3 – Revisión de los procesos iniciales de FRM.....	8-11
8.2.4	Hito reglamentario 4 – Aprobación del FRMS .....	8-13
<b>Capítulo 9. Vigilancia de un FRMS.....</b>		<b>9-1</b>
9.1	Funciones de la planificación reglamentaria.....	9-1
9.2	Requisitos especiales de la vigilancia del FRMS.....	9-1
9.3	Cumplimiento.....	9-2
<b>Apéndice A. Medición de la fatiga de los miembros de la tripulación.....</b>		<b>Ap-A-1</b>
A-1	Memoria de fatiga de los miembros de la tripulación .....	Ap-A-1
A-1.1	Formularios de notificación de fatiga .....	Ap-A-1
A-1.2	Encuestas retrospectivas.....	Ap-A-3
A-2	Seguimiento de la fatiga de los miembros de la tripulación durante las operaciones de vuelo.....	Ap-A-4
A-2.1	Valoraciones subjetivas de la fatiga y la somnolencia.....	Ap-A-4
A-2.2	Medición objetiva del desempeño.....	Ap-A-8
A-2.3	Seguimiento del sueño .....	Ap-A-9
A-2.4	Seguimiento del ciclo del reloj corporal circadiano .....	Ap-A-17
A-3	Evaluación de la contribución de la fatiga a los eventos relacionados con la seguridad operacional ..	Ap-A-19
<b>Apéndice B. Procedimientos para el descanso controlado en el puesto de pilotaje.....</b>		<b>Ap-B-1</b>
<b>Apéndice C. Ejemplo de formulario de evaluación de un FRMS.....</b>		<b>Ap-C-1</b>



# GLOSARIO

*\*Indica una definición de la OACI*

**Actigrafía.** Utilización de actirelojes para supervisar los patrones de sueño. A fin de que la actigrafía sea una medida fiable del sueño, el algoritmo informático que calcula el sueño a partir de cómputos de actividad debe haberse validado respecto a la polisomnografía, que es la mejor tecnología normalizada para medir la duración y la calidad del sueño. El principal inconveniente de la actigrafía es que el sueño y la vigilia estática presentan el mismo aspecto en un actígrafo (dado que el actireloj mide el movimiento).

**Actireloj.** Dispositivo de tipo reloj de pulsera que contiene un acelerómetro para detectar el movimiento. Registra cómputos de actividad por unidad de tiempo, por ejemplo, cada minuto. Se pueden analizar patrones de movimiento utilizando un soporte lógico especialmente concebido para estimar cuándo el portador del actireloj estaba dormido y para ofrecer alguna indicación de lo inquieto que era un período de sueño (es decir, de la calidad del sueño). Los actirelojes están diseñados para una grabación continua durante varias semanas, por lo que son herramientas valiosas en la supervisión de los patrones de sueño, por ejemplo, antes, durante y después de un viaje. La salida de los actirelojes son gráficos del movimiento (actigramas).

**\*Análisis de datos de vuelo (FDA).** Proceso para analizar los datos de vuelo registrados a fin de mejorar la seguridad de las operaciones de vuelo.

**Calidad del sueño.** Capacidad del sueño para restaurar la función de vigilia. Un sueño de buena calidad interrumpe mínimamente el ciclo no-REM/REM. La fragmentación del ciclo no-REM/REM por el despertar, o debida a despertares breves que llevan al cerebro a una etapa de sueño más ligero sin llegar a despertarse, disminuyen el valor reparador del sueño.

**Ciclo no-REM/REM.** Alternancia de sueño no-REM y sueño REM a lo largo de un período de sueño, en un ciclo que dura aproximadamente 90 minutos.

**Circunstancia operacional imprevista.** Acontecimiento imprevisto, tal como una meteorología inesperada, el mal funcionamiento del equipo o el retraso del tránsito aéreo que escapa al control del explotador. Para que se considere imprevista, la circunstancia ha de llegar al conocimiento del explotador después de que el vuelo haya comenzado (después del momento en que el avión comienza a desplazarse para el despegue).

**Contramidas.** Estrategias personales de mitigación que los tripulantes pueden utilizar para reducir el riesgo de la fatiga propia. A veces se dividen en contramedidas estratégicas (para utilizar en la casa y en las escalas, por ejemplo, buenos hábitos de sueño o siesta antes del turno de noche) y contramedidas operativas (para seguir en vuelo, p. ej., el descanso controlado en el puesto de pilotaje).

**Controles.** Estrategias defensivas a nivel del sistema concebidas para minimizar los riesgos asociados a la fatiga de forma permanente. Ejemplos: reglas de planificación; control de los niveles de dotación de personal en las bases de tripulación; selección de instalaciones de descanso adecuadas de la tripulación a bordo; y protocolos para el descanso en vuelo y el descanso controlado en el puesto de pilotaje.

**Descanso controlado en el puesto de pilotaje.** Estrategia efectiva de mitigación utilizada si es necesario contra la fatiga que aparece durante las operaciones de vuelo. En el Apéndice B figuran los procedimientos recomendados para el descanso controlado en el puesto de pilotaje. **No** debe utilizarse como herramienta para programar los tiempos, es decir, como estrategia planificada para habilitar períodos de servicio más largos.

**Desfase horario.** Desincronización entre el reloj corporal circadiano y el ciclo día/noche causada por un vuelo transmeridiano (la cual se siente como un cambio repentino en el ciclo día/noche). También da lugar a una desincronización interna entre los ritmos de las distintas funciones corporales. Entre los síntomas comunes están el deseo de comer y dormir en horarios sin sintonía con la rutina local, los problemas digestivos, la disminución del desempeño en las tareas mentales y físicas, y los cambios de humor. Se resuelve cuando se está un tiempo suficiente en la nueva zona horaria para que el reloj corporal circadiano se adapte plenamente a la hora local.

**Eficacia de la seguridad operacional.** Nivel de seguridad operacional logrado en un entorno de riesgo controlado, medido respecto a un nivel de seguridad considerado tan bajo como sea razonablemente factible.

**\*Fatiga.** Estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o a períodos prolongados de vigilia, fase circadiana, o volumen de trabajo (actividad mental y/o física) y que puede menoscabar el estado de alerta de un miembro de la tripulación y su habilidad para operar con seguridad una aeronave o realizar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional.

**Fatiga crónica.** En la gestión del riesgo de fatiga, la fatiga crónica se refiere a la somnolencia y la degradación del desempeño que se acumulan cuando se reduce el tiempo de sueño un día tras otro. Estos efectos pueden invertirse mediante un sueño recuperador adecuado (véase también *Sueño atrasado acumulado*).

**Fatiga transitoria.** Degradación acumulada a lo largo de un período de servicio único, de la que es posible la recuperación completa durante el período de descanso siguiente.

**Garantía de la seguridad operacional ante la fatiga.** Los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS verifican la totalidad de éste para comprobar que funciona según lo previsto y que satisface los objetivos en cuanto a seguridad operacional de la política y de los requisitos reglamentarios del FRMS. Los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS también identifican los cambios operativos y organizativos que podrían afectar al FRMS y establecen las áreas donde podría mejorarse el comportamiento en cuanto a seguridad operacional del FRMS (mejora continua).

**Gestión de la seguridad operacional.** Gestión sistemática de los riesgos operacionales asociados a las actividades de vuelo, de ingeniería y en tierra, a fin de alcanzar un nivel tan alto de eficacia de la seguridad operacional como sea razonable y factible.

**Gestión del riesgo asociado a la fatiga.** Control de la fatiga de una manera adecuada al nivel de exposición al riesgo y la naturaleza de la operación, con el fin de minimizar los efectos adversos de la fatiga en la seguridad de las operaciones.

**Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga (FSAG).** Grupo integrado por representantes de todos los colectivos interesados (gestión, programación de horarios, representación de la tripulación, junto a especialistas científicos y en análisis datos y expertos médicos, en caso necesario), que se encarga de coordinar en la organización todas las actividades de gestión de la fatiga.

**Horario.** Secuencia de los vuelos concebida para satisfacer las necesidades operacionales y gestionar eficazmente los recursos, incluidos los miembros de la tripulación.

**Inercia de sueño.** Desorientación transitoria, somnolencia y degradación del desempeño que pueden producirse a medida que el cerebro avanza en el proceso del despertar. La inercia de sueño puede darse en cualquier etapa del sueño, pero puede ser más prolongada y más intensa al despertarse del *sueño de ondas lentas* (Etapas 3 y 4 del sueño no-REM) o tras períodos de siesta que contengan una proporción elevada de sueño de ondas lentas.

**Instrucción en FRMS.** Programas de instrucción basada en competencias cuya intención es garantizar que todas las partes interesadas son competentes para hacerse cargo de las responsabilidades en cuanto al FRMS.

**Lista/inscripción en una lista.** Asignación de los miembros de la tripulación a un horario.

**Medidas de mitigación.** Intervenciones a nivel del sistema concebidas para reducir un riesgo específico identificado de fatiga. Algunos ejemplos: aumento del número de miembros de la tripulación en una base; utilización de la tripulación de reserva; instrucción de los miembros de la tripulación en cuanto a la forma de optimizar el sueño durante el vuelo; y discreción del comandante para reorganizar las disposiciones de descanso en vuelo del día del vuelo, respondiendo a los niveles de fatiga de los tripulantes y las condiciones operativas.

**Micro-sueño.** Breve período de tiempo (segundos) en el cual el cerebro se desconecta del medio ambiente (deja de procesar la información visual y sonora) y se desliza sin control hacia un sueño no-REM ligero. Los micro-sueños son un signo de somnolencia fisiológica extrema.

**\*Miembro de la tripulación.** Persona a quien el explotador asigna obligaciones que ha de cumplir a bordo de una aeronave durante un período de servicio de vuelo.

**Mínimo de la ventana circadiana (WOCL).** Momento del ciclo del reloj corporal circadiano en que la fatiga y la somnolencia subjetiva son máximas y las personas son menos capaces de realizar un trabajo mental o físico. El WOCL se produce cerca del punto mínimo diario de la temperatura corporal — por lo general entre las 3:00 y las 5:00, cuando una persona está totalmente adaptada a la zona horaria local. Sin embargo, existe una gran variabilidad del momento exacto del WOCL entre un individuo y otro, siendo más temprano para los de perfil matinal (alondras) y más tardío para los de perfil nocturno (búhos), y puede retrasarse unas horas después de turnos de noche consecutivos.

**Modelo biomatemático.** Programa de computador diseñado para predecir los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación, basado en la comprensión científica de los factores que contribuyen a la fatiga. Todos los modelos biomatemáticos tienen limitaciones que han de entenderse para poder utilizarlos adecuadamente en un FRMS. Se trata de una herramienta (no un requisito) facultativa para la predicción de los peligros asociados a la fatiga (Anexo 6, Parte 1, Apéndice 8, Sección 2.1, de la OACI).

**Necesidad de sueño.** Duración de sueño que se requiere de forma regular para mantener niveles óptimos de alerta y desempeño en vigilia. Es muy difícil de medir en la práctica a causa de las diferencias entre un individuo y otro. Además, dado que muchas personas viven con sueño restringido crónico, cuando tienen la oportunidad de dormir sin restricciones, su sueño puede ser más largo que el de su necesidad teórica de sueño de recuperación.

**Operaciones con radio de acción excepcionalmente grande (ULR).** Operaciones en que intervienen todos los sectores entre un par concreto de ciudades entre las que el tiempo previsto de vuelo excede de 16 horas, teniendo en cuenta las condiciones de viento medio y los cambios estacionales (que define el *Ultra-Long Range Crew Alertness Steering Committee*, Fundación para la seguridad operacional de los vuelos (2005), *Flight Safety Digest 26*).

**Operaciones de larga distancia reforzadas.** Vuelos en los que el período de servicio de vuelo se prolonga reforzando la tripulación, lo que da a los miembros de ésta la posibilidad de descansar durante el vuelo.

**Par para tripulación.** Conjunto de vuelos programados en cuya lista de turnos está inscrito un miembro de la tripulación para uno o más días.

**Perfil matutino.** Persona cuyo período natural de sueño es anterior al de la media como consecuencia de las características de su reloj biológico circadiano. También hay una tendencia a devenir un perfil matutino a lo largo de la edad adulta.

**Perfil vespertino.** Persona cuyo período natural de sueño es posterior al de la media como consecuencia de las características de su reloj biológico circadiano. También hay una tendencia a devenir un perfil vespertino durante la pubertad, tendencia que se invierte para la mayoría de las personas en la edad adulta.

**\*Período de descanso.** Período continuo y determinado de tiempo que sigue y/o precede al servicio, durante el cual los miembros de la tripulación de vuelo o de cabina están libres de todo servicio.

**\*Período de servicio.** Período que se inicia cuando el explotador exige que un miembro de la tripulación de vuelo o de cabina se presente o comience un servicio y que termina cuando la persona queda libre de todo servicio.

**\*Período de servicio de vuelo.** Período que comienza cuando se requiere que un miembro de la tripulación de vuelo o de cabina se presente al servicio, en un vuelo o en una serie de vuelos, y termina cuando el avión se detiene completamente y los motores se paran al finalizar el último vuelo del cual forma parte como miembro de la tripulación.

**Política en cuanto al sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga.** Componente necesario de un FRMS (Anexo 6, Parte 1, Apéndice 8, Sección 1.1, de la OACI). La política del FRMS deberá: identificar los elementos de dicho FRMS y su alcance; reflejar la responsabilidad compartida de todos los interesados en el FRMS; establecer los objetivos de seguridad operacional del FRMS; llevar la firma del funcionario responsable de la organización; comunicarse a todos los sectores de la organización; declarar el compromiso de la administración respecto a la notificación efectiva en materia de seguridad operacional, a fin de proveerla de los recursos adecuados para el FRMS y a la mejora continua del FRMS; especificar líneas claras jerárquicas de rendición de cuentas para el funcionamiento del FRMS; y requerir revisiones periódicas de éste.

**Presión homeostática de sueño.** Véase *Procesos homeostáticos del sueño*.

**Procesos homeostáticos del sueño.** Necesidad del cuerpo de **sueño de ondas lentas** (Etapas 3 y 4 del sueño no-REM), que se forman al despertar y disminuyen exponencialmente a lo largo del sueño.

**Reloj corporal circadiano.** Marcapaso neuronal en el cerebro que controla el ciclo día/noche (a través de una vía especial de entrada de luz por los ojos) y que determina nuestra preferencia para dormir por la noche. El trabajo por turnos es problemático, ya que requiere un cambio en el patrón de sueño/vigilia al que se opone el reloj corporal circadiano, el cual permanece "enganchado" al ciclo día/noche. El desfase horario plantea problemas porque implica un cambio repentino en el ciclo día/noche al que el reloj corporal circadiano acabará adaptándose, si se le da el tiempo suficiente en la nueva zona horaria.

**Reloj de alarma interno.** Momento del ciclo del reloj corporal circadiano en el que se experimenta una propensión muy fuerte a despertarse y es difícil conciliar el sueño o permanecer dormido. Se produce entre el final de la mañana y principios de la tarde, unas seis horas después del **mínimo de la ventana circadiana** y puede dar lugar a una disminución del tiempo de sueño y a un aumento del riesgo asociado a la fatiga tras el servicio nocturno.

**Restricción del sueño.** Sueño inferior al necesario ("recorte" del sueño) durante al menos dos noches consecutivas. Los efectos de la restricción del sueño se acumulan, con disminución del desempeño y aumento progresivo de la somnolencia objetiva. La necesidad de sueño acabará aumentando hasta el punto en que la persona se duerma sin control (véase **micro-sueño**).

**\*Servicio.** Cualquier tarea que el explotador exige realizar a los miembros de la tripulación de vuelo o de cabina, incluido, por ejemplo, el servicio de vuelo, el trabajo administrativo, la instrucción, el viaje para incorporarse a su puesto y el estar de reserva, cuando es probable que dicha tarea induzca a fatiga.

**Servicio de espera/reserva.** Período de tiempo definido en el aeropuerto, en el hotel o en casa, en el que el explotador requiere a un miembro de la tripulación de vuelo o de cabina que esté disponible para recibir una asignación de un servicio específico, sin período de descanso intermedio.

**Siesta.** Breve período de sueño, definido generalmente como inferior a la mitad de un período de sueño completo durante la noche. Se ha demostrado que las siestas de tan sólo cinco minutos alivian (temporalmente) los efectos acumulativos de la pérdida de sueño — ver también **Descanso controlado en el puesto de pilotaje**.

**Síndrome de fatiga crónica.** Condición médica para cuyo diagnóstico la persona debe cumplir dos criterios:

1. sufrir fatiga crónica severa durante al menos seis meses que no se alivie mediante el descanso y que no se deba a condiciones médicas o físicas asociadas a la fatiga excluidas por la diagnosis clínica; y
2. presentar al mismo tiempo cuatro o más de los síntomas siguientes: degradaciones conscientes de la memoria a corto plazo o de la concentración tan acusadas que puedan dar lugar a una reducción substancial de los niveles anteriores de las actividades de ocupación, educativas, sociales o personales; catarro frecuente o repetitivo; reblandecimiento de los nódulos linfáticos del cuello o las axilas; dolor muscular; dolores articulares múltiples sin hinchazón ni enrojecimiento; jaquecas de tipo, síntomas o intensidad nuevos; sueño no reparador; y malestar posterior a la actividad (agotamiento y malestar extremos y duraderos tras la actividad física o mental) con duración superior a 24 horas.

La fatiga y la degradación de la memoria o la concentración deben haber perturbado las actividades cotidianas normales, junto a otros síntomas que puedan haber persistido o haberse repetido durante seis o más meses consecutivos y no deben haber precedido a la fatiga. ([http://www.cdc.gov/cfs/general/case\\_definition/index.html](http://www.cdc.gov/cfs/general/case_definition/index.html)).

**\*Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS).** Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional, que incluye la estructura orgánica, rendición de cuentas, políticas y procedimientos necesarios.

**\*Sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS).** Medio que se sirve de datos para controlar y gestionar constantemente los riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, basándose en principios y conocimientos científicos y en experiencia operacional, con la intención de asegurar que el personal pertinente esté desempeñándose con un nivel de alerta adecuado.

**Sueño.** Estado reversible en el que el control consciente del cerebro está ausente y el procesamiento de la información sensorial del entorno se reduce al mínimo. El cerebro "se desconecta" para ordenar y almacenar las experiencias del día y reponer los sistemas esenciales agotados por las actividades de vigilia. Serie compleja de procesos caracterizados por la alternancia entre dos estados cerebrales diferentes: el **sueño no-REM** y el **sueño REM**.

**Sueño atrasado.** Véase *Sueño atrasado acumulado*.

**Sueño atrasado acumulado.** Pérdida de sueño acumulada cuando el sueño no es suficiente durante varias noches (o 24 horas al día) seguidas. Cuando el sueño atrasado acumulado aumenta, también aumentan progresivamente la degradación de las prestaciones y la somnolencia objetiva, y las personas tienden a ser menos fiables en la evaluación de su propio nivel de deterioro.

**Sueño con movimientos rápidos del ojo (Sueño REM).** Tipo de sueño durante el cual la actividad eléctrica del cerebro se parece a la del despertar. No obstante, de vez en cuando los ojos se mueven detrás de los párpados — "movimientos rápidos del ojo" — lo que a menudo viene acompañado por espasmos musculares y ritmo cardíaco y respiración irregulares. Cuando se despierta a una persona de un sueño REM, puede típicamente recordar sueños intensos. Al mismo tiempo, el cuerpo no puede moverse en respuesta a las señales procedentes del cerebro, de forma que los sueños no pueden "representarse". El estado de parálisis durante el sueño REM se conoce a veces "bloqueo REM".

**Sueño de ondas lentas.** Las dos etapas más profundas del sueño no-REM (Etapas 3 y 4), caracterizado por ondas cerebrales lentas de gran amplitud (en el EEG dominan los 0,5-4 Hz).

**Sueño de recuperación.** Sueño necesario para la recuperación de los efectos de la pérdida aguda de sueño (en un período de 24 horas) o del sueño atrasado acumulado (a lo largo de múltiples períodos consecutivos de 24 horas). El sueño de recuperación puede ser un poco más largo de lo habitual, pero el sueño perdido no se recupera hora por hora. Suelen ser necesarias dos noches de sueño sin limitación (cuando un miembro de la tripulación está totalmente adaptado a la zona horaria local) para la recuperación de la estructura normal del sueño (ciclos no-REM/REM). La investigación reciente en laboratorio indica que la recuperación de la función óptima de vigilia puede tardar más de dos noches de sueño de recuperación.

**Sueño sin movimientos rápidos del ojo (Sueño no-REM).** Tipo de sueño asociado a la reducción gradual de la actividad eléctrica del cerebro (examinada ésta mediante ondas cerebrales medidas por electrodos pegados al cuero cabelludo, lo que se conoce como EEG). Así como las ondas cerebrales se ralentizan en el sueño no-REM, también aumentan en amplitud, sincronizándose la actividad de grandes grupos de células del cerebro (neuronas). El sueño no REM se divide normalmente en cuatro etapas, en base a las características de las ondas cerebrales. Las Etapas 1 y 2 representan el sueño más ligero. Las Etapas 3 y 4 representan un sueño más profundo al que también se conoce como **Sueño de ondas lentas**.

**Sueño sin restricciones.** Sueño que no está limitado por las exigencias del servicio. El sueño puede comenzar cuando un miembro de la tripulación se sienta somnoliento y no tiene que retrasarse por las demandas del servicio. Además, el miembro de la tripulación puede despertarse espontáneamente y no tiene que programar la alarma para llegar a tiempo al servicio.

**\*Tiempo de vuelo — aviones.** Tiempo total transcurrido desde que el avión comienza a moverse con el propósito de despegar, hasta que se detiene completamente al finalizar el vuelo.

**Trabajo con horario rotatorio.** Cualquier esquema de trabajo que requiera que los miembros de la tripulación se mantengan despiertos en un momento del ciclo del reloj corporal circadiano en que normalmente estarían durmiendo. Esto plantea problemas porque el reloj corporal circadiano es sensible a la luz y tiende a permanecer "enganchado" al ciclo día/noche en vez de adaptarse a las pautas de trabajo. El trabajo con horario rotatorio se asocia generalmente a la restricción del sueño, junto al requisito de trabajar durante los tiempos del ciclo del reloj corporal circadiano en los que el rendimiento y el estado de alerta son sub-óptimos (por ejemplo, durante el **mínimo de la ventana circadiana**).

**Trastornos del sueño.** Conjunto de problemas que hacen imposible tener un sueño reparador, aun cuando se pase un tiempo suficiente tratando de dormir. Se han identificado más de 80 trastornos del sueño diferentes que pueden causar niveles variables de perturbación del sueño. Algunos ejemplos son la apnea obstructiva del sueño, el insomnio, la narcolepsia y los movimientos periódicos de las extremidades durante el sueño.

**Tripulación de vuelo reforzada.** Tripulación de vuelo que consta de más del número mínimo de miembros requerido para operar el avión, de manera que cada miembro de la tripulación puede abandonar su puesto asignado para tener un descanso en vuelo y ser reemplazado por otro miembro de la tripulación debidamente cualificado.

**Ventana de siesta de la tarde.** Intervalo de aumento de la somnolencia en el medio de la tarde. El tiempo exacto varía, pero para la mayoría de la gente suele estar alrededor de las 15:00 a las 17:00 horas. Se sienten ganas de tratar de dormir una siesta. Por otra parte, también durante este tiempo es más difícil permanecer despierto, por lo que probablemente se producirán micro-sueños involuntarios, especialmente si el sueño reciente ha sido escaso.

**Viaje.** Expresión que describe el tiempo desde que un miembro de la tripulación se presenta inicialmente para el servicio hasta que vuelve a casa tras la secuencia de los vuelos y se libera de su deber. Un viaje puede incluir múltiples vuelos y muchos días de viaje.

**Zona de mantenimiento de la vigilia nocturna.** Período de varias horas en el ciclo del reloj corporal circadiano, justo antes de la hora habitual de acostarse, en el que es muy difícil conciliar el sueño. Por tanto, el hecho de acostarse más temprano se traduce por lo general en un período más largo para conciliar el sueño, en vez de aumentar el tiempo de éste. Ello puede dar lugar a una restricción del sueño y a riesgos crecientes asociados a la fatiga, en los servicios que se inician temprano.

---



# Capítulo 1. Introducción a los sistemas de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS)

## 1.1 ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LA FATIGA?

La OACI define la fatiga como:

*Estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o a períodos prolongados de vigilia, fase circadiana, o volumen de trabajo (actividad mental y/o física) y que puede menoscabar el estado de alerta de un miembro de la tripulación y su habilidad para operar con seguridad una aeronave o realizar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional.*

La fatiga constituye un peligro importante desde la perspectiva de los factores humanos porque afecta a la mayoría de los aspectos de la capacidad de un miembro de la tripulación para hacer su trabajo<sup>1</sup>. Repercute, por tanto, en la seguridad operacional.

Un sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS) se define como:

*Medio que se sirve de datos para controlar y gestionar constantemente los riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, basándose en principios y conocimientos científicos y en experiencia operacional, con la intención de asegurar que el personal pertinente esté desempeñándose con un nivel de alerta adecuado.*

Un FRMS tiene por objeto garantizar que los miembros de la tripulación de vuelo y de cabina están suficientemente alerta como para trabajar a un nivel satisfactorio de desempeño. Aplica principios y procesos de los sistemas de gestión de la seguridad operacional (SMS) para administrar los riesgos asociados con la fatiga de los miembros de la tripulación. Al igual que el SMS, el FRMS trata de lograr un equilibrio realista entre la seguridad operacional, la productividad y los costos. Su objetivo es identificar proactivamente oportunidades para mejorar los procesos operativos y reducir los riesgos, así como identificar las deficiencias tras eventos adversos. La estructura de un FRMS, tal como se describe aquí, parte de un modelo enmarcado en el SMS. Las actividades principales son la gestión de los riesgos para la seguridad operacional [que se describen en las normas y métodos recomendados (SARPS) como procesos FRM] y la garantía de la seguridad operacional (que se describe en los SARPS como procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS). Estas actividades centrales se rigen por una política de FRMS y tienen el apoyo de los procesos de promoción del FRMS. Todo el sistema debe llevar la documentación que satisfaga al Estado del explotador.

Ambos SMS y FRMS se basan en el concepto de cultura de notificación eficaz de la seguridad operacional<sup>2</sup>, en la que se ha instruido al personal y se le ha constantemente alentado a informar sobre los peligros que haya observado en el entorno operativo. Para alentar a todo el personal involucrado en un FRMS a informar sobre riesgos de fatiga, un explotador debe distinguir claramente entre:

- errores humanos involuntarios, que se consideran parte normal del comportamiento humano y los reconoce y gestiona el FRMS; y
- transgresiones deliberadas de las reglas y procedimientos establecidos.

---

1 En este manual, la utilización del género masculino debe entenderse como aplicable a ambos géneros, masculino y femenino.

2 Véase el *Manual de gestión de la seguridad operacional* (Doc 9859), de la OACI.

Un explotador debe contar con procesos independientes del FRMS para tratar las transgresiones deliberadas.

Para fomentar un compromiso continuo del personal con la notificación de los riesgos de fatiga, la organización debe tomar las medidas apropiadas en respuesta a dichos informes. Cuando existe un sistema de notificación eficaz de la seguridad operacional, un gran porcentaje de los informes sobre seguridad operacional procedentes del personal operativo se refiere a riesgos identificados o percibidos, en lugar de a errores o eventos adversos.

## **1.2 MOTIVOS DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA PARA INTRODUCIR EL FRMS**

El enfoque reglamentario tradicional para la gestión de la fatiga de los miembros de la tripulación ha consistido en prescribir límites máximos de vuelos diarios, mensuales y anuales y de horas de trabajo, así como en exigir descansos mínimos en los períodos de actividad y entre éstos. Este enfoque proviene de un largo historial de limitación de las horas de trabajo que se remonta a la revolución industrial. Entró en el sector del transporte en el siglo veinte mediante una serie de reglamentos que limitaban las horas de trabajo en las operaciones del ferrocarril, las de carretera y las de la aviación. El enfoque refleja la percepción inicial de que unos períodos largos ininterrumpidos de trabajo podrían producir fatiga (ahora se conoce esto como fatiga del "tiempo dedicado a la tarea") y que es necesario un tiempo suficiente para recuperarse de las demandas del trabajo y atender a los aspectos no laborales de la vida.

En la segunda mitad del siglo veinte, comenzaron a acumularse pruebas científicas sobre otras causas de la fatiga, además del tiempo dedicado al trabajo, especialmente en las operaciones que duraban todo el día. Los temas más importantes que suscitaban los nuevos conocimientos eran:

- la importancia vital de dormir (no sólo descansar) lo suficiente para la recuperación y mantenimiento de todos los aspectos de la función de vigilia; y
- los ritmos diarios de la capacidad de realización del trabajo mental y físico, y de la propensión al sueño (la capacidad para conciliar el sueño y permanecer dormido), que se rigen por el ciclo diario del reloj biológico circadiano del cerebro.

Estos nuevos conocimientos atañen en particular a la industria aeronáutica que de forma singular combina las operaciones de un día de duración con los vuelos transmeridianos.

En paralelo, ha aumentado el conocimiento de los errores humanos y de su papel como causa de los accidentes. Por lo general, los accidentes y los incidentes son el resultado de las interacciones entre los procesos de la organización (es decir, las condiciones de trabajo que llevan a los tripulantes a cometer fallos activos) y las condiciones latentes que pueden penetrar las defensas actuales y tener efectos negativos en la seguridad operacional<sup>3</sup>. El enfoque FRMS se concibe como aplicación de estos nuevos conocimientos de la ciencia en materia de fatiga y de seguridad operacional. Pretende ofrecer un nivel equivalente o superior de seguridad operacional, combinándolo con una mayor flexibilidad operativa.

La prescripción de límites de horas de vuelo y de servicio representa un enfoque algo simplista de la seguridad operacional — si se cumplen los límites hay seguridad, mientras que si sobrepasan no la hay — y constituye una única estrategia defensiva. Aunque es adecuada para algunos tipos de operaciones, supone un enfoque unilateral que no tiene en cuenta las diferencias operativas o las existentes entre miembros de la tripulación.

---

<sup>3</sup> Gander, P., Hartley, L., y otros, "Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level," *Accident Analysis & Prevention*, Marzo 2011, Vol. 43(2), pp. 573-90.

Por el contrario, un FRMS emplea estrategias defensivas de múltiples capas para gestionar los riesgos relacionados con la fatiga, independientemente de su origen. Incluye procesos dinámicos adaptables basados en datos, que puedan identificar los riesgos asociados a la fatiga y a continuación elaborar, ejecutar y evaluar los controles y las estrategias de mitigación. Éstas incluyen tanto las organizativas como las que actúan sobre el personal. Mientras que un FRMS se basa en principios científicos, su aplicación en los diversos contextos de la aviación requiere experiencia y conocimientos operativos. Un FRMS no debe llegar a un explotador de la mano de un consultor, sino que ha de ser elaborado, comprendido y gestionado por personas con amplia experiencia en el complejo entorno operativo al que se aplicará. De este modo, pueden interpretarse con pleno sentido los diversos análisis de los datos, teniendo en cuenta los contextos particulares, y pueden desarrollarse estrategias operativas viables.

El costo y la complejidad de un FRMS no pueden justificarse en operaciones que queden dentro de los límites temporales de vuelo y de servicio y en las que el correspondiente riesgo de fatiga es bajo. Algunos explotadores pueden optar por someter sólo ciertas partes de sus operaciones a un FRMS o no aplicarlo en absoluto. No obstante, aunque no se aplique un FRMS, sigue siendo responsabilidad del explotador gestionar los riesgos de fatiga mediante sus procesos corrientes de gestión de la seguridad operacional.

Un explotador con un FRMS cometería un error si pensase que no tendrá limitaciones temporales de vuelo y de servicio. De hecho, el explotador seguirá teniendo dichas limitaciones, pero éstas se identificarán mediante sus propios procesos de FRMS, específicos de un contexto operativo definido, y se evaluarán y actualizarán continuamente en respuesta a sus propias evaluaciones de riesgos y mediante los datos que el explotador vaya recogiendo. Corresponde al encargado de la reglamentación evaluar si las previsiones de riesgos, las acciones de reducción y los datos recogidos son apropiados, y si las limitaciones temporales de vuelo y de servicio identificadas constituyen respuestas razonables, según los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional. Esto significa que el FRMS requiere una reglamentación basada en la performance.

En esencia, la reglamentación del FRMS definirá un proceso para que los explotadores y los encargados de la reglamentación gestionen el riesgo de fatiga, en lugar de prescribir límites que no tienen en cuenta los aspectos específicos de la organización o el entorno operativo.

### **1.3 NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS DE LA OACI EN CUANTO A GESTIÓN DE LA FATIGA**

En esta sección se describen las normas y métodos recomendados (SARPS) relativos a la gestión de la fatiga que experimentan las tripulaciones de vuelo y de cabina. Estos SARPS establecen un marco normativo de alto nivel para las limitaciones prescriptivas de vuelo y de servicio y para el FRMS, como métodos para la gestión del riesgo de fatiga. Ambos métodos comparten dos características básicas importantes:

1. Junto a la consideración de las necesidades operativas, están obligados a tener en cuenta la dinámica de la pérdida de sueño transitoria y acumulada y la recuperación, el reloj biológico circadiano, y la repercusión de la carga de trabajo sobre la fatiga.
2. Dado que la fatiga se ve afectada por todas las actividades de vigilia y no sólo por las exigencias del trabajo, la reglamentación para su gestión deberá basarse imperativamente en la necesidad de una responsabilidad compartida entre el explotador y cada uno de los miembros de la tripulación. Así pues, tanto si se ajustan a limitaciones prescriptivas de vuelo y de servicio como si utilizan un FRMS, los explotadores serán responsables de establecer horarios que permitan a los miembros de la tripulación actuar en los niveles adecuados de vigilancia, y los miembros de la tripulación serán responsables de utilizar ese tiempo para empezar el trabajo bien descansados. En el Capítulo 3 se examina el requisito de responsabilidad compartida en relación con el FRMS.

El FRMS también comparte los componentes básicos del SMS. Esto significa que un FRMS se basa en: la notificación efectiva sobre seguridad operacional; el compromiso de la dirección; un proceso de seguimiento continuo; un proceso de investigación de incidentes de seguridad operacional cuyo objetivo es identificar las deficiencias de seguridad operacional en lugar de buscar culpables; el intercambio de información y buenas prácticas; la instrucción integral del personal operativo; la aplicación eficaz de los procedimientos operacionales normalizados (SOP); y un compromiso de mejora continua. De esta manera, los fundamentos de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio junto al SMS constituyen en conjunto los pilares del FRMS (véase la Tabla 1-1).

**Tabla 1-1. Pilares del FRMS**

<b>Limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aborda la fatiga transitoria acumulada</li> <li>• Responsabilidad compartida explotador-individuo</li> </ul>
<b>SMS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notificación efectiva de la seguridad operacional</li> <li>• Compromiso de la alta dirección</li> <li>• Proceso continuo de verificación</li> <li>• Investigación de eventos de seguridad operacional</li> <li>• Intercambio de información</li> <li>• Capacitación integral</li> <li>• Aplicación efectiva de SOP</li> <li>• Mejora continua</li> </ul>

Sin embargo, también se han añadido al FRMS, como sistema de gestión centrado en la fatiga, requisitos superiores a los que cabría esperar de un explotador que se ajuste a las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio y que gestione sus riesgos asociados a la fatiga mediante su SMS. Para cumplir estos requisitos adicionales específicos del FRMS, un explotador que cuente con un FRMS aprobado puede salirse de los límites prescritos. Es por ello que los SARPS de gestión de la fatiga de la Sección 4.10, Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones*, incluye normas particulares que permiten la reglamentación efectiva del FRMS. Estas a su vez, con el apoyo del Apéndice 8, detallan los requisitos para un FRMS.

### 1.3.1 Sección 4.10 del Anexo 6, Parte I:

Los SARPS relativos a la gestión de la fatiga de la tripulación de vuelo y de cabina son los siguientes:

<p><b>Anexo 6, Parte I</b></p> <p><b>4.10 Gestión de la fatiga</b></p> <p>4.10.1 El Estado del explotador establecerá reglamentos para fines de gestión de la fatiga. Estos reglamentos estarán basados en principios y conocimientos científicos y su propósito será asegurar que los miembros de la tripulación de vuelo y de cabina estén desempeñándose con un nivel de alerta adecuado. Por consiguiente, el Estado del explotador establecerá:</p> <p>a) reglamentos relativos a limitaciones del tiempo de vuelo, períodos de servicio de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso; y</p> <p>b) reglamentos sobre sistemas de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS), cuando se autoriza al explotador para que utilice un FRMS con el fin de gestionar la fatiga.</p> <p>4.10.2 El Estado del explotador requerirá que el explotador, conforme a 4.10.1 y con fines de gestión de sus riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, establezca:</p>
---

- a) limitaciones del tiempo de vuelo, períodos de servicio de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso que estén dentro de los reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga establecidos por el Estado del explotador; o
- b) un sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS) conforme a 4.10.6 para todas las operaciones; o
- c) un FRMS que se ajuste a 4.10.6 para parte de sus operaciones y a los requisitos de 4.10.2 a) para el resto de sus operaciones.

4.10.3 Cuando el explotador adopta reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga para parte o para la totalidad de sus operaciones, el Estado del explotador podrá aprobar, en circunstancias excepcionales, variantes de estos reglamentos basándose en una evaluación de los riesgos proporcionada por el explotador. Las variantes aprobadas proporcionarán un nivel de seguridad operacional igual, o mejor, que el nivel que se alcanza con los reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga.

4.10.4 El Estado del explotador aprobará el FRMS del explotador antes de que dicho sistema pueda remplazar a uno o todos los reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga. Los FRMS aprobados proporcionarán un nivel de seguridad operacional igual, o mejor, que el nivel que se alcanza con los reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga.

4.10.5 Los Estados que aprueban el FRMS del explotador establecerán un proceso para asegurar que el FRMS proporciona un nivel de seguridad operacional equivalente, o mejor, que el nivel que se alcanza con los reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga. Como parte de este proceso, el Estado del explotador:

- a) requerirá que el explotador establezca valores máximos para el tiempo de vuelo y/o los períodos de servicio de vuelo y los períodos de servicio, y valores mínimos para los períodos de descanso. Estos valores se basarán en principios y conocimientos científicos, con sujeción a procesos de garantía de la seguridad operacional, y serán aceptables para el Estado del explotador;
- b) autorizará una reducción de los valores máximos o un aumento de los valores mínimos cuando los datos del explotador indiquen que estos valores son muy altos o muy bajos, respectivamente; y
- c) aprobará un aumento de los valores máximos o una reducción de los valores mínimos sólo después de evaluar la justificación del explotador para efectuar dichos cambios, basándose en la experiencia adquirida en materia de FRMS y en los datos relativos a fatiga.

4.10.6 El explotador que implanta un FRMS para gestionar los riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, tendrá, como mínimo, que:

- a) incorporar principios y conocimientos científicos en el FRMS;
- b) identificar constantemente los peligros de seguridad operacional relacionados con la fatiga y los riesgos resultantes;
- c) asegurar la pronta aplicación de medidas correctivas necesarias para atenuar eficazmente los riesgos asociados a los peligros;
- d) facilitar el control permanente y la evaluación periódica de la mitigación de los riesgos relacionados con la fatiga que se logra con dichas medidas; y
- e) facilitar el mejoramiento continuo de la actuación global del FRMS.

4.10.7 **Recomendación.**— *Cuando los explotadores tienen un FRMS, los Estados deberían requerir que esté integrado con sus SMS.*

4.10.8 El explotador mantendrá registros de tiempo de vuelo, períodos de servicio de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso para todos los miembros de sus tripulaciones de vuelo y de cabina, durante un período especificado por el Estado del explotador.

A continuación se examina el motivo de cada uno de estos SARPS.

NORMA	OBJETO
4.10.1	<p>La norma del punto 4.10.1 establece la responsabilidad del Estado en el establecimiento de reglamentos para la gestión de la fatiga. El establecimiento de reglamentos para las limitaciones prescriptivas sigue siendo obligatorio para el Estado, mientras que el establecimiento de reglamentos para el FRMS es facultativo. Ambos tipos de reglamentos tienen que abordar principios científicos conocidos, incluyendo la dinámica de la pérdida de sueño transitoria y acumulada y la recuperación, el reloj biológico circadiano, y el efecto de la carga de trabajo sobre la fatiga, junto con los conocimientos adquiridos en la investigación específica y la experiencia y los requisitos operacionales. Además, ambos tipos de reglamentos han de destacar que en una operación, la responsabilidad de la gestión de los riesgos asociados a la fatiga se comparte entre la administración y cada uno de los miembros de la tripulación (esto se examina en el Capítulo 3).</p>
4.10.2	<p>La norma del punto 4.10.2 pretende dejar claro que, cuando el Estado haya establecido reglamentos para el FRMS, los explotadores contarán entonces con tres opciones para la gestión de sus riesgos asociados a la fatiga: a) lo pueden hacer únicamente dentro los reglamentos sobre limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio de su Estado; b) pueden optar por implantar un FRMS para todas las operaciones; o c) pueden aplicar un FRMS en parte de sus operaciones y utilizar las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio en otras operaciones. Así pues, esta norma pretende permitir que el explotador decida el método de gestión de la fatiga que sea más apropiado para sus tipos específicos de operaciones. Dada esta posibilidad de opción, es probable que muchos explotadores aprovechen las ventajas en cuanto a seguridad operacional y de explotación que ofrece un enfoque FRMS.</p> <p>Cuando el Estado no tiene normas para el FRMS, los explotadores deben gestionar sus riesgos relacionados con la fatiga dentro de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio de su Estado o de las variaciones aprobadas por el Estado de esas limitaciones. Muchos optan por hacerlo mediante sus procesos actuales de gestión de la seguridad operacional. Sin embargo, un enfoque FRMS, tal como se describe aquí con sus requisitos adicionales, también se puede aplicar con las limitaciones prescriptivas del período de vuelo y de servicio.</p>
4.10.3	<p>Se reconoce que, antes de las normas sobre el FRMS, muchos Estados habían aprobado variaciones para las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio aplicables a los explotadores. En algunos casos, estas variaciones se referían a ampliaciones muy pequeñas, y la norma del punto 4.10.3 permite a un explotador seguir contando con ampliaciones menores de las operaciones programadas sin tener que desarrollar y aplicar un FRMS completo. La aprobación de la variación está sujeta a una evaluación del riesgo que sea aceptable para el ente encargado de la reglamentación.</p> <p>El objeto de la norma 4.10.3 es minimizar la "reglamentación mediante variaciones" y evitar la aprobación de variaciones que satisfagan imperativos operacionales en ausencia de una evaluación de riesgos. No se pretende ofrecer una alternativa rápida y fácil a un FRMS cuando se requiera un enfoque más amplio de la gestión del riesgo de fatiga. Tampoco se pretende su utilización para subsanar las deficiencias debidas a la insuficiencia de normas prescriptivas. Es importante destacar que se aplica sólo en "circunstancias excepcionales".</p>

NORMA	OBJETO
<p>4.10.4</p>	<p>La norma del punto 4.10.4 significa que la aprobación se da cuando el explotador pueda demostrar claramente que todos los procesos del FRMS están funcionando eficazmente. No se otorga simplemente sobre la base de un plan documentado para poner en marcha un FRMS o una revisión escrita de un manual del FRMS. La norma del punto 4.10.4 también significa que los explotadores deben apoyar un enfoque de repetición para el desarrollo de un FRMS (lo que también se examina en el Capítulo 8).</p> <p>La aprobación del FRMS completo sólo puede otorgarse una vez desarrollados los cuatro procesos componentes (que se analizan en los Capítulos 3, 4, 5 y 6, respectivamente), y cuando el Estado confía en que el explotador puede ajustar los tiempos de vuelo y servicio adecuadamente (es decir, tanto por encima de las limitaciones prescriptivas como por debajo ellas), puede implantar mecanismos de mitigación conforme a las pruebas que le ofrece su FRMS, y se ha demostrado la eficacia del FRMS a lo largo del tiempo, utilizando los procesos de garantía de la seguridad operacional. Durante la última fase del desarrollo, y antes de obtener la aprobación, el explotador funcionará conforme a límites acordados que vienen determinados por los procesos de gestión del riesgo de fatiga. Estos límites pueden exceder la reglamentación en cuanto a limitaciones del tiempo de vuelo y de servicio para las operaciones particulares en las que se centra la labor inicial del explotador respecto al FRMS. Esta última fase de desarrollo es necesaria para validar los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS y esencialmente consiste en un período de prueba definido para todo el FRMS.</p> <p>Una vez aprobado, y en las operaciones a las que se aplica el FRMS, el explotador está en condiciones de utilizar su FRMS para salirse de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio, pasando a un nuevo límite que puede basarse en datos inferiores al límite superior del FRMS aprobado por el Estado (véase 4.10.5).</p> <p>Si un explotador tratara de abusar de un FRMS para beneficiarse de tiempos de servicio que no puedan apoyarse en principios científicos, datos recogidos y otros procesos del FRMS (es decir, que no cumplan los requisitos mínimos de un FRMS identificados en el Apéndice 8 del Anexo 6, Parte I), el Estado tendría que retirar su aprobación del FRMS. Se exigiría entonces al explotador que cumpliera las limitaciones prescriptivas.</p>
<p>4.10.5</p>	<p>La norma 4.10.5 es un SARP de "cambio de gestión", cuyo objetivo de ayudar al encargado de la reglamentación en la introducción con éxito de las normas basadas en el rendimiento que requiere el FRMS.</p> <p>La norma 4.10.5 a) exige al explotador la identificación de un límite superior que los tiempos de vuelo y de servicio no rebasarán y de un límite inferior por debajo del cual no se reducirá el período de descanso, incluso cuando se utilicen medidas de mitigación y procesos de un FRMS. Su objetivo es ofrecer un nivel adicional de garantía y establecer expectativas claras entre todas las partes interesadas.</p> <p>La norma 4.10.5 b) ofrece a los entes encargados de la reglamentación una alternativa menos drástica a la de retirada de la aprobación del FRMS cuando baste un ajuste para garantizar el mantenimiento de un nivel equivalente de seguridad operacional. Su intención es proactiva, al referirse a situaciones menos graves en las que los datos de un explotador apuntan a una tendencia que sugiere que los valores pueden ser demasiado elevados o demasiado reducidos.</p>

NORMA	OBJETO
	La norma 4.10.5 c) garantiza que los explotadores que hayan demostrado una gestión responsable y amplia de sus riesgos relacionados con la fatiga mediante un FRMS establecido no dejarán de obtener todos sus beneficios debido a limitaciones innecesariamente restrictivas.
4.10.6	<p>La norma 4.10.6 prevé requisitos mínimos de alto nivel para un FRMS y señala requisitos mínimos más detallados que no son adecuados para el contenido principal del Apéndice 8 del Anexo. Esencialmente, el punto 4.10.6 proporciona los "grandes rasgos" de lo que un FRMS debe tener, mientras que el Apéndice 8 completa los componentes con más detalle. Esta norma se presenta en un formato similar al del SMS del punto 3.3.4 (Anexo 6, Parte I) para reflejar las similitudes y las coincidencias de enfoques entre el FRMS y el SMS.</p> <p>Para el encargado de la reglamentación, el punto 4.10.6 significa que será necesario evaluar y supervisar adecuadamente las normas a) a e). Habrá que desarrollar procesos y documentación que perfilen los criterios de aprobación y vigilancia del Estado en línea con los reglamentos desarrollados. Este manual tiene por objeto ofrecer información detallada que ayude al encargado de la reglamentación en ello.</p>
4.10.7	<p>La norma 4.10.7 reconoce la relación entre el FRMS y el SMS. Como el FRMS tiene una función de seguridad, debe ser complementario de los actuales procesos de gestión de la seguridad operacional del SMS de un explotador. En teoría, cuando se utilizan sistemas múltiples para identificar los riesgos y gestionarlos, dichos sistemas deben integrarse para maximizar su eficacia combinada, a fin de garantizar la distribución adecuada de los recursos por los sistemas y, cuando sea posible, reducir la duplicación de procesos con el fin de aumentar la eficiencia del sistema. Por tanto, un explotador que desee implantar un FRMS y que ya cuente con procesos SMS suficientemente asentados, debe ser capaz de adoptar fácilmente y comprender los procesos fundamentales de un FRMS. Como ejemplos de tal asentamiento están la utilización rutinaria de la identificación de riesgos, la evaluación de riesgos y el empleo de instrumentos de mitigación, y la existencia de una cultura eficaz de notificación (véase el Doc 9859, párrafo 2.8.13 y siguientes). Cuando estos sistemas ya están en marcha, no debe ser necesario para un explotador desarrollar procesos completamente nuevos si desea implantar un FRMS. Por el contrario, el FRMS puede elaborarse a partir de la gestión de riesgos de la organización y los procesos existentes de instrucción.</p> <p>Para evitar pasar por alto los riesgos o darles una prioridad inadecuada, no se puede exagerar la importancia de la coordinación del FRMS con los actuales procesos de gestión de la seguridad operacional. Por ejemplo, desde el punto de vista del SMS, una sucesión de advertencias de proximidad del terreno en el mismo punto, en la misma aproximación y en el mismo número de vuelo, bien puede atribuirse a una capacitación de los pilotos inadecuada en la gestión de la de altitud y el mantenimiento del localizador y de la pendiente de planeo. Sin la atención especial en un FRMS y los métodos de medición correspondientes, puede no ser tan evidente que la sucesión de advertencias de proximidad del terreno ocurriese en vuelos que fueron parte de una secuencia particularmente fatigosa, lo cual diera lugar a que los pilotos cansados no prestasen la atención suficiente. Deben tenerse en cuenta ambas posibilidades y por tanto los dos sistemas diseñados para ello no pueden funcionar aisladamente.</p> <p>Sin embargo, el grado de integración entre los SMS de un explotador y sus FRMS dependerá de muchos factores, incluida la madurez relativa de los dos sistemas, así como de los elementos operativos, organizativos y normativos. Además, dado que el nivel de madurez del SMS de cada explotador puede variar significativamente, dicho explotador no está obligado a tener un SMS aceptado por el Estado antes de establecer un FRMS. Por lo tanto, lo que estipula el punto 4.10.7 es un método recomendado más que una norma.</p>



NORMA	OBJETO
	Cuando un explotador no desea implantar un FRMS o se le ha revocado la aprobación de dicho FRMS, el encargado de la reglamentación debe exigir al explotador que utilice sus SMS para gestionar los riesgos relacionados con la fatiga, dentro de las limitaciones prescriptivas.
4.10.8	Independientemente del método de gestión de la fatiga que se utilice (es decir, cumplimiento de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio o la aplicación de un FRMS aprobado), todos los explotadores están obligados a mantener registros de períodos de trabajo, con o sin servicios de vuelo, para la tripulación de vuelo y de cabina. Cada encargado de la reglamentación estipula el período de tiempo durante el que se mantendrán estos registros.

### 1.3.2 Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I

El Apéndice 8 da los requisitos detallados para un FRMS que deben incluir, como mínimo, los componentes siguientes:

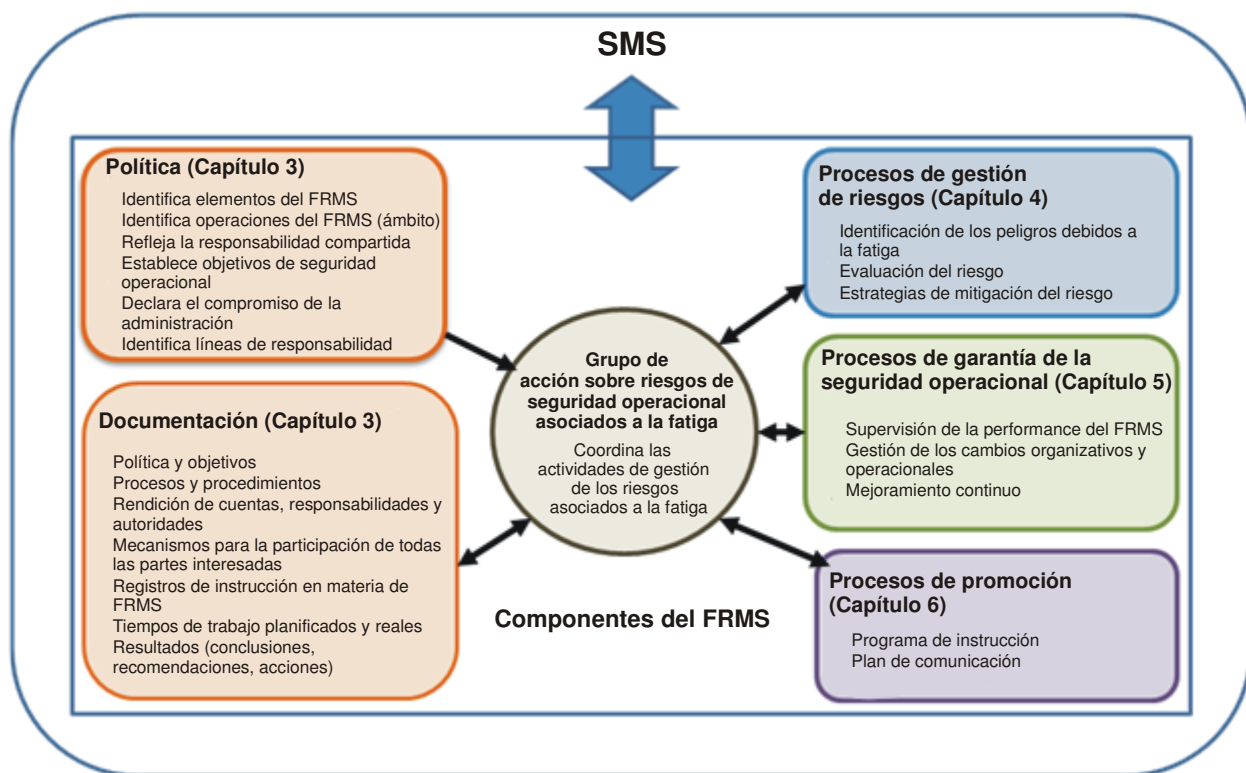
1. Política y documentación sobre el FRMS;
2. Procesos de gestión de riesgos asociados a la fatiga;
3. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS; y
4. Procesos de promoción del FRMS.

La Tabla 1-2 muestra la correspondencia de estos componentes con el SMS.

**Tabla 1-2 Comparación de los componentes del SMS y el FRMS**

Marco del SMS	FRMS
1. Política y objetivos de seguridad	1. Política y documentación sobre el FRMS
2. Gestión de riesgos de seguridad	2. Procesos de FRM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de los peligros</li> <li>• Evaluación de los riesgos</li> <li>• Mitigación de los riesgos</li> </ul>
3. Garantía de la seguridad operacional	3. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia de la actuación del FRMS</li> <li>• Gestión del cambio operacional y organizativo</li> <li>• Mejoramiento continuo del FRMS</li> </ul>
4. Promoción de la seguridad operacional	4. Procesos de promoción del FRMS <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de instrucción</li> <li>• Plan de comunicación FRMS</li> </ul>

Las actividades básicas del funcionamiento del FRMS son los procesos de FRM y los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. Se apoyan en las disposiciones organizativas definidas en la política y la documentación del FRMS y en los procesos de promoción del FRMS.



**Figura 1-1 Vinculación de los componentes necesarios de un FRMS**

#### 1.4 ESTRUCTURA DE ESTE MANUAL

La Figura 1-1 muestra un esquema básico que vincula los componentes necesarios de un FRMS. Por facilidad de explicación, la Figura 1.1 presenta un único grupo central funcional, denominado "Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga", responsable de todos estos componentes del FRMS. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga incluye a representantes de todos los grupos interesados (gestión, programación de horarios y miembros de la tripulación) y a otras personas, que sean necesarias para garantizar el acceso adecuado a los conocimientos científicos y médicos. Sin embargo, dependiendo de la estructura organizativa, algunas de las funciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga que se describen en este manual pueden ser realizadas por otros grupos de la organización (lo cual se examina en el Capítulo 3). Lo importante es que, independientemente de quién las hace, se realicen todas las funciones de los componentes necesarios de un FRMS.

La comunicación entre el FRMS y el SMS (en ambos sentidos) es necesaria para integrar la gestión de los riesgos de fatiga en las actividades generales de gestión de riesgos del SMS. Aun así, el encargado de la reglamentación tendrá que ser capaz de distinguir entre las actividades del FRMS y las funciones del SMS para poder efectuar una supervisión adecuada.

La estructura detallada de un FRMS, y las formas específicas mediante las que se vincula con el SMS de un explotador, variarán conforme a:

- el tamaño de la organización;
- el tipo y la complejidad de las operaciones que se gestionan;

- la madurez relativa del FRMS y del SMS; y
- la importancia relativa de los riesgos de fatiga.

El enfoque FRMS se basa en la aplicación de principios y conocimientos científicos para gestionar la fatiga de los miembros de la tripulación. El Capítulo 2 presenta los conceptos científicos esenciales necesarios para la vigilancia adecuada de un FRMS. Los Capítulos 3, 4, 5, y 6 tratan cada uno de ellos de uno de los componentes necesarios del FRMS. El Capítulo 7 examina las consideraciones de un Estado antes de decidir si se establecen reglamentos para un FRMS. El Capítulo 8 analiza el proceso de aprobación de un FRMS, mientras que el Capítulo 9 examina la vigilancia continua de un FRMS.

Por facilidad de referencia, al principio del presente manual figura un glosario de términos. Los Apéndices A y B ofrecen información adicional en apoyo de los conceptos que se incluyen en los capítulos precedentes. El Apéndice A da información más detallada sobre los métodos de medición de la fatiga, formando parte de los procesos de FRM que se presentan en el Capítulo 8; el Apéndice B también sirve de apoyo al Capítulo 3, ofreciendo más información sobre el uso del descanso controlado en el puesto de pilotaje como mitigador del riesgo de fatiga. Por último, el Apéndice C muestra un ejemplo de un formulario de evaluación del FRMS para la vigilancia reglamentaria de un FRMS.

---



## Capítulo 2. Aplicación de la ciencia al FRMS

### 2.1 INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA PARA EL FRMS

El enfoque FRMS representa una oportunidad para los explotadores de utilizar los avances del conocimiento científico con el fin de mejorar la seguridad operacional y aumentar la flexibilidad de funcionamiento. Para realizar una vigilancia eficaz, los Estados deben ser conscientes de los principios científicos en los que se basa el enfoque FRMS. En este capítulo se analizan dichos principios.

En el Capítulo 1, se incluyó la definición que da la OACI de la fatiga de los miembros de la tripulación:

*Estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o a períodos prolongados de vigilia, fase circadiana, o volumen de trabajo (actividad mental y/o física) y que puede menoscabar el estado de alerta de un miembro de la tripulación y su habilidad para operar con seguridad una aeronave o realizar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional.*

En las operaciones de vuelo, la fatiga puede medirse subjetivamente cuando los miembros de la tripulación tasan cómo se sienten, u objetivamente, midiendo el desempeño de los miembros de la tripulación (Capítulo 4 y Apéndice A).

Otra forma de considerarlo es que la fatiga es un estado resultante de un desequilibrio entre:

- el ejercicio físico y mental de todas las actividades de vigilia (no sólo las demandas de servicio); y
- la recuperación de dicho ejercicio, la cual (exceptuando la recuperación de la fatiga muscular) exige dormir.

Siguiendo esta línea de pensamiento, para reducir la fatiga de los miembros de la tripulación se ha de reducir el esfuerzo de las actividades de vigilia y/o mejorar el sueño. Dos áreas de la ciencia son fundamentales para este tema y constituyen el enfoque de este capítulo.

1. La ciencia del sueño — en particular, los efectos de no haber dormido suficiente (en una noche o a lo largo de varias noches), y la forma de recuperarse de ello; y
2. Los ritmos circadianos — el estudio de los ritmos innatos que rige el ciclo diario del reloj biológico circadiano (un marcapaso en el cerebro). Incluyen:
  - los ritmos de los sentimientos subjetivos de fatiga y somnolencia;
  - los ritmos en la capacidad de realizar un trabajo mental y físico que afectan al esfuerzo necesario para alcanzar un nivel aceptable de desempeño (ejercicio); y
  - los ritmos de la propensión al sueño (la capacidad de caer dormido y de permanecer despierto) que afectan a la recuperación.

### 2.2 CIENCIA FUNDAMENTAL DEL SUEÑO

Existe la creencia generalizada de que el tiempo de sueño puede negociarse a fin de aumentar la cantidad de tiempo disponible para las actividades de vigilia en un estilo de vida activo. La ciencia del sueño deja muy claro que el sueño no es un bien intercambiable.

### 2.2.1 Lo que ocurre en el cerebro durante el sueño

Hay diversas maneras de ver lo que está sucediendo en un cerebro dormido, desde la reflexión sobre el sueño hasta la utilización de técnicas avanzadas de imagen médica. En la actualidad, el método de investigación más común se conoce como la polisomnografía (para más detalles véase el Apéndice A). Se realiza pegando electrodos móviles en el cuero cabelludo y la cara y conectándolos a un dispositivo de grabación, para medir tres diferentes tipos de actividad eléctrica: 1) ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG); 2) movimientos oculares (electrooculograma o EOG); y 3) tono muscular (electromiografía o EMG). Con la polisomnografía, es posible identificar dos tipos muy diferentes de sueño.

#### **Sueño sin movimientos rápidos del ojo**

En comparación con la actividad cerebral de la vigilia, el sueño sin movimientos rápidos del ojo (sueño no-REM) conlleva una gradual desaceleración de las ondas cerebrales. Así mismo, la amplitud (altura) de las ondas cerebrales también aumenta a medida que se sincroniza la actividad eléctrica de un gran número de células del cerebro (neuronas), de forma que todas ellas lucen al unísono. La frecuencia cardíaca y la respiración tienden a ser lentas y regulares.

Las personas que despiertan de sueño no-REM no suelen recordar mucha actividad mental. Sin embargo, todavía es posible que el cuerpo se mueva en respuesta a las instrucciones del cerebro. Debido a estas características, el sueño no REM a veces se describe como el de *"un cerebro relativamente inactivo en un cuerpo móvil"*.

El sueño no REM se divide normalmente en cuatro etapas, en base a las características de las ondas cerebrales.

Las Etapas 1 y 2 representan el sueño más ligero (no es muy difícil despertar a alguien). Generalmente se entra en el sueño por la Etapa 1 y a continuación por la Etapa 2 no-REM.

Las Etapas 3 y 4 representan un sueño más profundo (del que puede ser muy difícil despertar a alguien). Las Etapas 3 y 4 caracterizan por ondas cerebrales lentas de gran amplitud y en su conjunto se describen a menudo como **sueño de ondas lentas** (o sueño profundo).

El sueño de onda lenta tiene una serie de propiedades importantes. La presión del sueño de ondas lentas se acumula a lo largo de la vigilia y se descarga por el sueño. En otras palabras:

- cuanto más tiempo se está despierto, mayor sueño de ondas lentas se tendrá en el próximo período de sueño; y
- a lo largo de un período de sueño, el porcentaje de tiempo pasado en sueño de onda lenta disminuye.

Esta subida y bajada de la presión del sueño de ondas lentas se denomina en ocasiones **proceso homeostático de sueño**, y es un componente de la mayoría de los modelos biomatemáticos que se utilizan para predecir los niveles de fatiga en los miembros de la tripulación (véase el Capítulo 4).

Incluso en el sueño de onda lenta, el cerebro sigue siendo alrededor del 80 por ciento activo y es capaz de un procesamiento cognitivo activo. Hay evidencia creciente de que el sueño de onda lenta es esencial para la consolidación de algunos tipos de memoria y es por lo tanto necesario para el aprendizaje.

#### **NOTA OPERACIONAL:**

##### Estrategias de mitigación de la inercia del sueño

Operacionalmente, el sueño de ondas lentas puede ser importante porque el cerebro puede salir de él con dificultad cuando uno se despierta súbitamente. Esto se conoce como inercia del sueño — sentimientos de aturdimiento y desorientación, con deterioro de la memoria a corto plazo y de la toma de decisiones. La inercia del sueño puede ocurrir al salir de un sueño más ligero, pero tiende a ser más larga y más desconcertante cuando uno se despierta abruptamente de un sueño de ondas lentas.

Esto se utiliza a veces como argumento en contra de la utilización del descanso controlado en la cabina de vuelo o del sueño en el vuelo. No sería conveniente despertar a un miembro de la tripulación por una emergencia y que se viese afectado por la inercia del sueño. Este argumento se basa en los efectos de la inercia del sueño observados en estudios de laboratorio.

Sin embargo, los estudios sobre siesta en el puesto de pilotaje y sobre sueño de la tripulación en las instalaciones de descanso a bordo muestran que el sueño en vuelo contiene muy poco sueño de ondas lentas (es más ligero y más fragmentado que cuando se duerme en tierra). Esto significa que es mucho menos probable que se produzca la inercia del sueño al despertar de un sueño en el vuelo que lo que cabría predecir a partir de los estudios del sueño en laboratorio. El riesgo de la inercia del sueño también se puede reducir mediante un protocolo para volver al servicio activo que permita hacer desaparecer el tiempo de la inercia del sueño.

En general, las ventajas demostradas de la siesta controlada y del sueño en vuelo son mucho mayores que los posibles riesgos asociados a la inercia del sueño. Para reducir el riesgo de inercia del sueño después de un descanso controlado en el puesto de pilotaje, se recomienda limitar el tiempo disponible para la siesta a 40 minutos. Teniendo en cuenta el tiempo necesario para conciliar el sueño, un lapso de 40 minutos es demasiado corto para que la mayoría de la gente entre en un sueño de ondas lentas. En el Apéndice B figuran los procedimientos sugeridos en el manual de operaciones de vuelo para las siestas controladas.

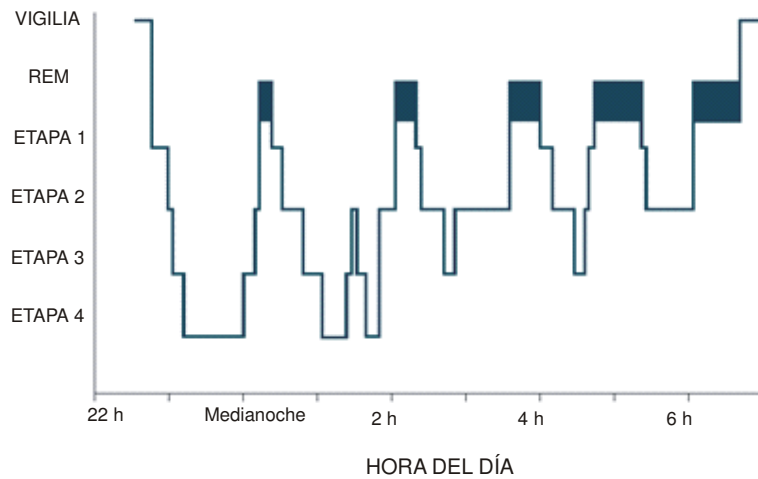
### ***Sueño con movimientos rápidos del ojo***

Durante el sueño con movimientos rápidos del ojo (sueño REM), la actividad cerebral medida por polisomnografía es similar a la actividad cerebral durante la vigilia. Sin embargo, en el sueño REM, los ojos se mueven de vez en cuando debajo de los párpados cerrados — los llamados "movimientos rápidos del ojo" — y esto suele ir acompañado de espasmos musculares y ritmo cardíaco y respiración irregulares.

Las personas que despiertan de un sueño REM normalmente pueden recordar sueños vivaces. Al mismo tiempo, el cuerpo no puede moverse en respuesta a las señales procedentes del cerebro por lo que no se puede gobernar los sueños (las señales se bloquean de hecho en el tronco cerebral y no pueden llegar a la médula espinal). Las personas a veces experimentan una breve parálisis cuando se despiertan de un sueño, si la inversión de este "bloqueo REM" se retrasa ligeramente. Debido a estas características, el sueño REM se describe a veces como el de "*un cerebro muy activado en un cuerpo paralizado*".

Los sueños han sido siempre fuente de fascinación, pero son difíciles de estudiar con métodos científicos cuantitativos. Se han interpretado de todas las formas, desde visitas espirituales a la realización de impulsos instintivos, hasta considerarlos como un subproducto sin sentido de la actividad en diversas partes del cerebro durante el sueño REM. La actual visión neurocognitiva de los sueños sostiene que éstos son el resultado de breves momentos de conciencia en los que nos apercebimos de todo el procesamiento que el cerebro realiza normalmente "aparte", es decir, cuando no está ocupado con la información que le llega del entorno a través de los sentidos y no está siendo dirigido por nuestro control consciente. Este trabajo "aparte" de procesamiento incluye la reactivación de los recuerdos y las emociones de las experiencias anteriores y su integración con las experiencias del último período de vigilia. Los sueños según esta corriente son una visión del propio cerebro remodelándose para que uno pueda despertarse por la mañana siendo uno mismo, pero con una versión ligeramente revisada como resultado de las experiencias del día anterior, y listo para empezar a interactuar con el mundo de nuevo.

La capacidad de las personas para recordar los sueños varía mucho, y por lo general sólo los recordamos al despertar espontáneamente del sueño REM (y sólo fugazmente a menos que se anoten o se hable sobre ellos). Sin embargo, la mayoría de los adultos normalmente pasan alrededor de una cuarta parte de su tiempo de sueño en sueño REM.



**Figura 2-1 Diagrama del ciclo nocturno no-REM/REM en un joven adulto**

### **Ciclos no-REM/REM**

A lo largo de una noche de sueño normal, el sueño no-REM y el sueño REM se alternan en un ciclo que dura unos 90 minutos (aunque su longitud es muy variable, dependiendo de una serie de factores). La Figura 2-1 es un diagrama que describe el ciclo no-REM/REM a lo largo de la noche en un adulto joven y sano. El sueño real no es tan esquemático como eso — incluye más excitaciones (transiciones a un sueño más ligero) y despertares breves. Las etapas del sueño se indican en el eje vertical y el tiempo se representa en el eje horizontal<sup>1</sup>.

Se entra al sueño por la Etapa 1 no-REM y luego se profundiza más y más en la no-REM. Tras unos 80 a 90 minutos de sueño, hay una salida del sueño de ondas lentas (no-REM Etapas 3 y 4). Esto se manifiesta a menudo por movimientos del cuerpo, a medida que el durmiente pasa brevemente a través de la Etapa 2 no-REM al primer período REM de la noche (los períodos REM se indican en sombreado en la Figura 2-1). Después de un período REM relativamente corto, el durmiente vuelve de nuevo hacia abajo a través de un sueño no-REM más ligero, entrando en el sueño de ondas lentas, y así se repite el ciclo.

La duración del sueño de onda lenta en cada ciclo no-REM/REM disminuye a lo largo de la noche, y puede no haber ninguno en absoluto en los ciclos posteriores. Por el contrario, la cantidad de sueño REM en cada ciclo no-REM/REM aumenta a lo largo de la noche. El durmiente de la Figura 2-1 se despierta directamente al final del período REM de la noche, así que probablemente recordaría los sueños.

Curiosamente, el sueño de onda lenta siempre predomina al comienzo de un período de reposo, independientemente de cuándo se produce el sueño en el ciclo día/noche o en el ciclo del reloj corporal circadiano. Parece haber prioridad para descargar la **presión homeostática del sueño** en primer lugar. Por el contrario, el tiempo desde el inicio del sueño hasta el primer tramo de sueño REM (la latencia REM) y la duración de cada tramo REM varían notablemente a lo largo del **ciclo del reloj corporal circadiano**. El empuje circadiano de sueño REM es máximo unas pocas horas antes de la hora normal del despertar. Estos dos procesos — el **proceso homeostático del sueño** y el **reloj corporal circadiano** — son los componentes principales de la mayoría de los modelos biomatemáticos que se utilizan para predecir los niveles de fatiga en miembros de la tripulación (véase el Capítulo 4).

<sup>1</sup> Gander P., *Sleep in the 24-Hour Society*, Open Mind Publishing, Wellington, Nueva Zelandia, 2003, ISBN 0-909009-59-7.



**Nota operacional:**

## Estrategias de mitigación de la pérdida de sueño

La restauración de un ciclo no-REM/REM normal es una medida de la recuperación de los efectos de la pérdida de sueño. El sueño perdido no se recupera hora por hora, aunque la recuperación del sueño puede ser un poco más larga de lo habitual.

- En la primera noche de recuperación, hay más sueño de ondas lentas de lo habitual. En efecto, puede haber tanto sueño de onda lenta que no haya tiempo suficiente para el sueño REM.
- En la segunda noche de recuperación, suele haber más de sueño REM de lo habitual.
- En la tercera noche de recuperación, el ciclo no-REM/REM suele volver a la normalidad.

Operativamente, esto significa que en los horarios es necesario incluir periódicamente la oportunidad de tener al menos dos noches consecutivas de sueño sin restricciones para que los miembros de la tripulación puedan recuperarse de los efectos de la pérdida de sueño.

Esto no equivale a 48 horas de descanso. Por ejemplo, 48 horas fuera de servicio a partir de las 02:00 sólo permitiría a la mayoría de las personas pasar una noche completa de sueño sin restricciones. Por otra parte, 40 horas a partir de las 21:00 permitiría a la mayoría de la gente tener dos noches completas de sueño sin restricciones.

Para la recuperación pueden ser necesarias noches adicionales, si el reloj circadiano del cuerpo de un miembro de la tripulación no se ha adaptado a la zona horaria local (véase la Sección 2.3).

**2.2.2 El tema de la calidad del sueño**

La calidad del sueño (su valor reparador) depende del paso por ciclos no-REM/REM **ininterrumpidos** (lo que indica que ambos tipos de sueño son necesarios sin que uno sea más importante que el otro). Cuanto más se fragmente el ciclo no-REM/REM por el despertar, o por excitaciones que llevan al cerebro a una etapa de sueño más ligero sin llegar a despertar, menos valor reparador tendrá el sueño en términos de cómo uno se siente y funciona al día siguiente.

**Nota operacional:**

## Estrategias de mitigación de las interrupciones del sueño

Como los ciclos ininterrumpidos no-REM/REM son la clave de una buena calidad del sueño, los explotadores deben desarrollar procedimientos que reduzcan al mínimo las interrupciones del sueño de los tripulantes.

Los períodos de descanso deben incluir bloques de tiempo definidos (oportunidades de sueño) durante los cuales los miembros de la tripulación no estarán en contacto, salvo en casos de emergencia. Las tripulaciones de vuelo y todo el personal pertinente deben conocer estas oportunidades de sueño protegidas. Por ejemplo, no deben producirse convocatorias a la tripulación durante un período de descanso, ya que pueden ser muy perturbadoras.

Los explotadores deben también desarrollar procedimientos para proteger el sueño de los miembros de la tripulación en las escalas y en las instalaciones para dormir. Por ejemplo, si se produce un período de descanso durante el día en un hotel de escala, el explotador puede establecer acuerdos con el hotel para restringir el acceso a la sección del hotel donde los miembros de la tripulación están tratando de dormir (tales como los de prohibición de niños o de acceso solamente a miembros de la tripulación) y para que encargue a su personal que respete los períodos de descanso necesarios (por ejemplo, prohibición de las tareas de mantenimiento o de limpieza rutinaria).

### **Calidad del sueño en vuelo**

Como se mencionó anteriormente, los estudios polisomnográficos muestran que el sueño de los tripulantes en las instalaciones de a bordo para descanso de la tripulación es más ligero y más fragmentado que si se duerme en tierra<sup>2</sup>. Dormir durante el pilotaje también es más ligero y más fragmentado de lo que cabría predecir a partir de estudios de laboratorio<sup>3</sup>. Sin embargo, hay pruebas convincentes de que el sueño en vuelo mejora el estado de alerta posterior y la velocidad de reacción y es una estrategia de mitigación valiosa en un FRMS.

Los estudios de sueño en cámaras hipobáricas a presiones equivalentes a la presión de cabina a la altitud de crucero indican que la calidad fragmentada del sueño en vuelo no es debida a la altitud<sup>4</sup>. En varios estudios se preguntaba a los miembros de la tripulación qué es lo que perturbaba su sueño a bordo. Los factores más comúnmente identificados eran el ruido aleatorio, los pensamientos, no sentirse cansado, la turbulencia, el ruido ambiente del avión, la ropa inadecuada, la baja humedad y la necesidad de ir al baño.

### **Calidad del sueño y edad**

A lo largo de la edad adulta, el porcentaje del sueño de ondas lentas disminuye, sobre todo entre los hombres. Además, el sueño se hace más fragmentado. Por ejemplo, en un estudio realizado con 2 685 participantes de entre 37 y 92 años de edad, se vio que el promedio de excitaciones (transición a un sueño más ligero y despertar) aumentó de 16 por hora de sueño para las edades entre 30 y 54 años a 20 por hora de sueño para las edades entre 61 y 70 años<sup>5</sup>.

Estas tendencias relacionadas con la edad se observan en el sueño de los miembros de la tripulación de vuelo, tanto en tierra como en el aire<sup>6</sup>. En un estudio del sueño en vuelos de entrega de aviones B-777 (desde Seattle a Singapur o Kuala Lumpur) se vio que la edad era el factor más congruente de predicción de la calidad y duración del sueño en litera. Los pilotos mayores tardaron más en conciliar el sueño, lograron dormir menos en total y tenían un sueño más fragmentado.

Aún no está claro si estos cambios del sueño con la edad reducen su eficacia para recuperar la función de vigilia. Los estudios de laboratorio en los que se fragmenta experimentalmente el sueño se realizan típicamente con adultos jóvenes. En el puesto de pilotaje, la experiencia (tanto en términos de conocimientos de vuelo como de manejo del sueño en los viajes) podría ayudar a reducir el posible riesgo de la fatiga asociada a los cambios del sueño con la edad.

### **Trastornos del sueño**

La calidad del sueño también puede verse perturbada por una amplia variedad de trastornos del sueño, que hacen que sea imposible lograr un sueño reparador, incluso cuando uno pasa bastante tiempo intentando dormir. Como los miembros de la tripulación de vuelo cuentan a menudo con un tiempo disponible limitado para el sueño, los trastornos del sueño constituyen un riesgo particular. Se recomienda incluir en la instrucción sobre el FRMS (Capítulo 6) información básica sobre los trastornos del sueño y su tratamiento, sobre dónde buscar ayuda si es necesario, y acerca de todos los requisitos relativos a la aptitud para volar.

---

2 Signal, T.L., Gale, J., and Gander, P.H., "Sleep Measurement in Flight Crew: Comparing Actigraphic and Subjective Estimates to Polysomnography," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Noviembre de 2005, Vol. 76(11), pp. 1 058-63.

3 Rosekind, M.R., Graeber, R.C., Dinges, D.F., y otros (1994) *Crew Factors in Flight Operations IX: Effects of planned cockpit rest on crew performance and alertness in long haul operations*. NASA Technical Memorandum 108839, Moffett Field: NASA Ames Research Center.

4 Mumm, J.M., Signal, T.L., Rock, P.B., y otros, "Sleep at simulated 2438 m: effects on oxygenation, sleep quality, and post-sleep performance," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, agosto de 2009, Vol. 80(8), pp. 691-97.

5 Redline, S., Kirchner, H.L., Quan, S.F., y otros, "The effects of age, sex, ethnicity, and sleep-disordered breathing on sleep architecture." *Archives of Internal Medicine*, febrero de 2004, Vol. 164(4), pp. 406-18.

6 Signal, T.L., Gander, P.H., van den Berg, M., "Sleep in flight during long rest opportunities," *Internal Medicine Journal*, 2004, Vol. 34(3), p. A38.

### 2.2.3 Consecuencias de no lograr un sueño suficiente

Incluso entre las personas que tienen un sueño de buena calidad, la cantidad de sueño que logren conciliar es muy importante para restaurar su función de vigilia. En un número creciente de estudios de laboratorio se están estudiando los efectos de "recortar" el sueño de la noche en una hora o dos (lo que se conoce como **restricción del sueño**). Hay varias conclusiones clave de estos estudios que son importantes para el FRMS.

Los efectos de la restricción del sueño noche tras noche se acumulan, de modo que uno está cada vez menos alerta y menos funcional día tras día. Esto se describe a veces como **acumulación de sueño atrasado**. Ocurre habitualmente entre los miembros de la tripulación (véase más adelante), por ejemplo cuando se han programado los períodos mínimos de descanso durante varios días seguidos.

Cuanto más corto sea el tiempo permitido para dormir cada noche, más rápida será la disminución del estado de alerta y del desempeño. Por ejemplo, en un estudio de laboratorio se vio que pasar siete horas en la cama durante siete noches consecutivas no fue suficiente para evitar una desaceleración progresiva del tiempo de reacción<sup>7</sup>. La disminución fue más rápida en un grupo de participantes que pasó sólo cinco horas en la cama cada noche, y aún más rápida para un grupo que pasó sólo tres horas. Esto se describe como un efecto **dependiente de la dosis** de restricción del sueño.

Las ganas de dormir aumentan progresivamente a lo largo de los días sucesivos de restricción del sueño. Con el tiempo, se vuelven abrumadoras y uno comienza a caer dormido de forma incontrolable durante períodos breves, conocidos como **micro-sueños**. Durante un micro-sueño, el cerebro se desconecta del medio ambiente (detiene el procesamiento de la información visual y sonora). En el laboratorio, esto puede traducirse en la pérdida de un estímulo en una prueba de desempeño. Conduciendo un vehículo a motor, puede dar lugar a no girar en una esquina. Se han registrado eventos similares en la cabina de pilotaje durante el descenso en los principales aeropuertos<sup>5</sup>.

La recuperación completa de la función de vigilia después de la restricción del sueño puede durar **más de dos noches** de sueño de recuperación (es decir, más del tiempo del que tarda en recuperarse el ciclo no-REM/REM). En efecto, la restricción crónica del sueño puede tener efectos en el cerebro que pueden afectar al estado de alerta y al desempeño días o semanas más tarde<sup>8</sup>.

Durante los primeros días de una restricción del sueño grave (por ejemplo, de sólo tres horas en la cama), uno es consciente de que está teniendo cada vez más sueño. Sin embargo, después de varios días ya no nota ninguna diferencia en sí mismo, incluso a pesar de que el estado de alerta y el desempeño siguen disminuyendo. En otras palabras, a medida que la restricción del sueño continúa, uno se vuelve cada vez menos fiable para evaluar su estado funcional propio. Esta conclusión plantea una pregunta sobre la fiabilidad de las valoraciones subjetivas de la fatiga y la somnolencia como medidas del nivel del deterioro por la fatiga de un miembro de la tripulación (véase el Apéndice A).

Al menos en el laboratorio, algunas personas son más resistentes a los efectos de la restricción del sueño que otras. En la actualidad, hay múltiples actividades de investigación dirigidas a tratar de entender las razones de ello, pero todavía es demasiado pronto para poder aplicar esto a un FRMS (por ejemplo, mediante la recomendación de diferentes estrategias personales de mitigación para las personas afectadas en mayor o menor grado por la restricción del sueño).

En general, las tareas mentales más complejas, tales como la toma de decisiones y la comunicación, parecen resultar más afectadas por la pérdida de sueño que las tareas más simples. Los estudios de la imagen del cerebro indican que las regiones de éste que intervienen en tareas mentales más complejas son los más afectadas por la falta de sueño y tienen la máxima necesidad de sueño para recuperar su función normal.

---

7 Belenky, G., Wesensten, N.J., Thorne, D.R., y otros, "Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study," *Journal of Sleep Research*, 2003, Vol. 12, pp. 1-12.

8 Rupp, T.L., Wesensten, N.J., Bliese, P.D. y otros, "Banking sleep: realization of benefits during subsequent sleep restriction and recovery," *Sleep*, 2009, Vol. 32 (3), pp. 311-21.

Los estudios de restricción del sueño en laboratorio son actualmente la principal fuente de información sobre los efectos de dicha restricción del sueño. Sin embargo, presentan algunas limitaciones obvias. Las consecuencias de la disminución de la alerta y del desempeño son muy diferentes en el laboratorio que las de los miembros de la tripulación en servicio. Los estudios de laboratorio generalmente miran a los efectos de la restricción del sueño durante la noche y con participantes en una habitación oscura y silenciosa. Esto puede significar que la comprensión actual se base en una "situación óptima". Es necesario continuar investigando los efectos de la restricción del sueño durante el día, y con una combinación de sueño restringido y mala calidad del sueño. Los estudios de laboratorio también se centran en el desempeño de las personas y no en personas que trabajan juntos como tripulación.

Un estudio de simulación con 67 tripulaciones experimentadas de B747-400 demostró que la pérdida de sueño aumentó el número total de errores cometidos por la tripulación<sup>9</sup>. El estudio se concibió para que el comandante de la aeronave fuera siempre el piloto al mando. Paradójicamente, una mayor pérdida del sueño entre los primeros oficiales mejoró la tasa de detección de errores. Por otra parte, la mayor pérdida de sueño entre los pilotos al mando condujo a una mayor probabilidad de falta de resolución de los errores detectados. También se asoció una mayor pérdida de sueño a cambios en la toma de decisiones, incluyendo una tendencia a elegir opciones de menor riesgo, lo que contribuiría a reducir el riesgo potencial asociado a la fatiga. Los estudios de este tipo en simulador son costosos y logísticamente complejos de realizar adecuadamente, aunque arrojan una visión fundamental sobre los vínculos entre el sueño de los miembros de la tripulación y el riesgo operacional de fatiga.

### **Restricción del sueño en las operaciones de vuelo**

La idea de la **restricción del sueño** implica que existe una cantidad óptima de sueño que uno necesita cada noche. El concepto de **necesidad individual de sueño** es un área de debate activo en la investigación del sueño. Una manera de medir la restricción del sueño que evite este problema es comparar lo que duermen los miembros de la tripulación cuando están en casa entre viajes, con lo que duermen durante los viajes.

La Tabla 2-1 resume los datos sobre la restricción del sueño en las diferentes operaciones de vuelo examinadas por el Programa de fatiga de la NASA, en la década de los ochenta<sup>10</sup>. En estos estudios, los miembros de la tripulación cumplimentaron diarios de tiempo de sueño y de servicio, antes, durante y después de un viaje comercial programado. Para cada miembro de la tripulación, se comparó su duración promedio del sueño por cada 24 horas en casa antes del viaje con la duración promedio de sueño por cada 24 horas en el viaje estudiado. Durante la noche y en viajes de carga aérea de larga distancia, los tripulantes habían a menudo dividido el sueño (dormido más de una vez en 24 horas).

La programación de horarios ha cambiado sin duda desde esos estudios, por lo que los datos de la Tabla 2-1 probablemente no sean representativos de la situación actual en muchos casos. Sin embargo, indican que la restricción del sueño es muy común entre los diferentes tipos de operaciones de vuelo.

---

9 Thomas, M.J.W., Petrilli, R.M., Lamond, N.A., y otros, Australian Long-haul Fatigue Study. In: *Enhancing Safety Worldwide: Proceedings of the 59th Annual International Air Safety Seminar*. Alexandria, EE.UU, Flight Safety Foundation, 2006.

10 Gander, P.H., Rosekind, M.R., and Gregory, K.B., "Flight crew fatigue VI: an integrated overview," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, Vol. 69, pp. B49-B60.

**Tabla 2-1 Restricción del sueño en operaciones de vuelos comerciales**

	Corta distancia	Carga aérea nocturna	Larga distancia
Miembros de la tripulación con promedio de al menos 1 hora de restricción de sueño por día de viaje	67%	54%	43%
Miembros de la tripulación con promedio de al menos 2 horas de restricción de sueño por día de viaje	30%	29%	21%
Duración del viaje	3-4 días	8 días	4-9 días
Zonas horarias atravesadas al día	0-1	0-1	0-8
Número de miembros de tripulación en estudio	44	34	28

*Nota.— Los viajes nocturnos de carga aérea incluyen un descanso de una a dos pausas nocturnas en la secuencia de los turnos de noche. La división de viajes de larga distancia en días de 24 horas es bastante arbitraria, porque el día de trabajo promedio duró 10,2 horas y la escala media duró 24,3 horas.*

Una creciente evidencia a partir de estudios de laboratorio y de estudios epidemiológicos que observan el sueño y la salud de un gran número de personas a través del tiempo, indica que el sueño breve crónico puede tener efectos negativos sobre la salud a largo plazo. Esta investigación indica que los que duermen poco tienen mayor riesgo de padecer obesidad y desarrollar diabetes de tipo 2, así como enfermedades cardiovasculares. Aún se debate si un sueño habitual corto contribuye efectivamente a estos problemas de salud o si simplemente está asociado a ellos. Además, los miembros de una tripulación de vuelo, como grupo, son excepcionalmente sanos en comparación con la población general. Lo que está claro es que la buena salud no sólo depende de una buena dieta y un ejercicio regular, sino también de un sueño suficiente regular. El sueño, en suma, no es un bien intercambiable.

**Nota operacional:**

**Estrategias de mitigación para gestionar el sueño atrasado**

La restricción del sueño es habitual en los diferentes tipos de operaciones de vuelo. Como los efectos de la restricción del sueño son acumulativos, la programación de horarios debe concebirse de forma que permita aprovechar oportunidades periódicas de recuperación. Las oportunidades de recuperación deben producirse con mayor frecuencia cuando la restricción del sueño diario sea mayor, debido a la acumulación más rápida de la fatiga.

La recomendación habitual para una oportunidad de recuperación es de un mínimo de dos noches consecutivas de sueño sin restricciones. Algunos estudios de laboratorio recientes sobre restricción del sueño sugieren que ello puede no ser suficiente para que los tripulantes vuelvan a su nivel óptimo de funcionamiento. Hay evidencia de que el cerebro con sueño restringido puede estabilizarse a un nivel inferior de funcionamiento durante largos períodos de tiempo (entre días y semanas).

Especialmente en las operaciones irregulares, los procedimientos que permiten a los tripulantes seguir durmiendo hasta que sea necesario pueden reducir el ritmo de acumulación de la pérdida de sueño. Por ejemplo, si una aeronave con un tiempo de reparación previsto a las 07:30, en realidad no está lista hasta las 11:30, convendría

contar con un procedimiento fiable que permita al miembro de la tripulación seguir durmiendo. Una compañía aérea tiene un sistema mediante el que el explotador contacta con el hotel de la escala para actualizar la hora de reincorporación pasando un mensaje por debajo de la puerta del miembro de la tripulación. El hotel ofrece un servicio de despertador una hora antes del horario de recogida.

## 2.3 INTRODUCCIÓN A LOS RITMOS CIRCADIANOS

Dormir por la noche no es sólo una convención social. Está programado en el cerebro por el reloj corporal circadiano, que es una ancestral adaptación a la vida en nuestro planeta giratorio en 24 horas. Incluso tipos muy antiguos de organismos vivos tienen algo equivalente, lo que significa que los relojes biológicos circadianos han existido durante miles de millones de años.

Una característica de los relojes circadianos es que son sensibles a la luz. El reloj circadiano humano incorpora la intensidad de la luz a través de una red especial de células de la retina del ojo (esta vía especial de entrada de luz al reloj circadiano no interviene en la visión). El reloj en sí reside en un grupo bastante pequeño de células (neuronas) situadas a más profundidad en el cerebro [en el núcleo supraquiasmático (SCN) del hipotálamo]. Las células que constituyen el reloj son intrínsecamente rítmicas, generando señales eléctricas más rápidamente durante el día que durante la noche. Sin embargo, tienen una tendencia a producir un ciclo total un poco lento — para la mayoría de la gente el "día biológico" generado por el reloj corporal circadiano es ligeramente superior a 24 horas. La sensibilidad del reloj corporal circadiano a la luz le permite adaptarse al ciclo día/noche. Sin embargo, esa misma sensibilidad a la luz también crea problemas a los miembros de la tripulación que tienen que dormir sin sintonía con el ciclo día/noche (por ejemplo, en las operaciones nocturnas nacionales de carga aérea), o que tienen que volar atravesando zonas horarias y experimentando cambios repentinos en el ciclo día/noche.

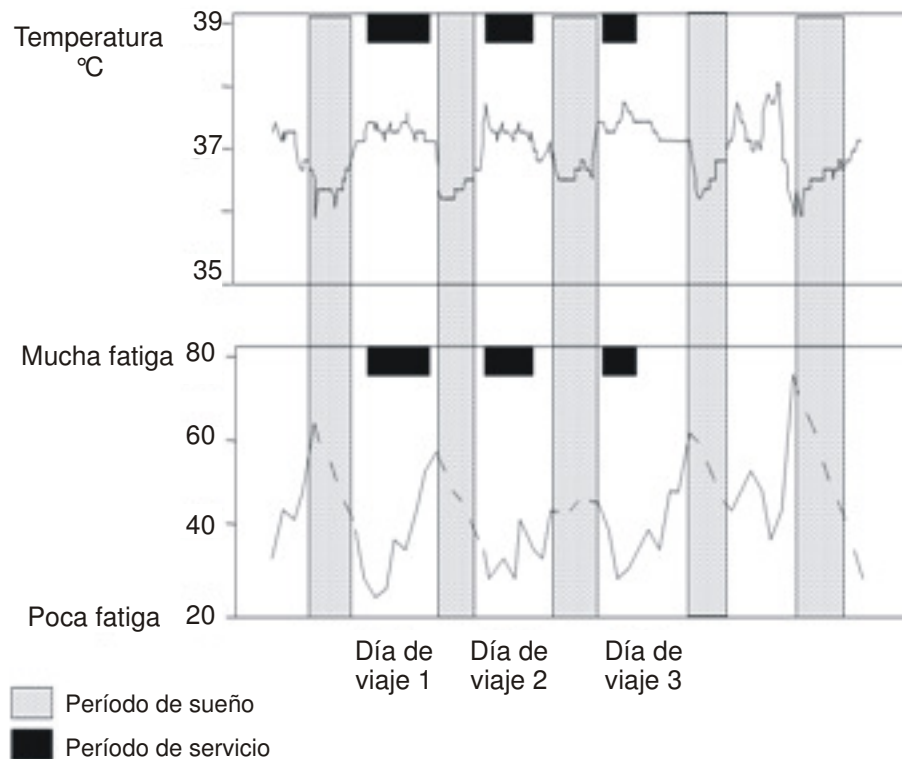
### 2.3.1 Ejemplos de ritmo circadiano

No es posible medir directamente la actividad eléctrica del reloj corporal circadiano en los seres humanos. Sin embargo, casi todos los aspectos del funcionamiento humano (físico o mental) están sujetos a ciclos diarios que se ven influidos por el reloj corporal circadiano. La medición de los ritmos en la fisiología y el comportamiento es como mirar las agujas de un reloj de pulsera (analógico). Las agujas se mueven alrededor de la esfera del reloj, porque las empuja el mecanismo de tiempo del interior del reloj, pero no forman parte del propio mecanismo de tiempo del mismo. De igual modo, la mayoría de los ritmos circadianos que se pueden medir, tales como el ritmo de la temperatura corporal o la fatiga autopercebida, se rigen por el reloj corporal circadiano, pero no forman parte del mecanismo biológico que lleva el tiempo.

La Figura 2-2 muestra un ejemplo de los ritmos circadianos en la temperatura corporal y en la percepción de la fatiga de un miembro de la tripulación de 46 años de edad, que hacía vuelos de corto recorrido, registrados antes, durante y después de un viaje de tres días de vuelo en la costa este de los EE.UU. (permaneciendo en la misma zona horaria)<sup>11</sup>. Se registró de forma permanente la temperatura corporal del miembro de la tripulación, el cual llevó un diario de sueño y de servicio, en el que señaló sus horas de sueño y calificó la calidad de su sueño, así como la de la fatiga cada dos horas, mientras estaba despierto (en una escala de 0 = más alerta a 100 = más somnoliento).

La temperatura corporal normalmente fluctúa aproximadamente en 1°C a lo largo del día de 24 horas. Véase que la temperatura corporal del miembro de la tripulación comienza a subir cada mañana *antes* de levantarse. En efecto, su cuerpo comienza a prepararse con antelación de cara a la mayor demanda de energía que supone estar más activo físicamente. (Si la temperatura corporal comenzase sólo a aumentar después de que empezase una mayor actividad física, sería mucho más difícil levantarse por la mañana).

11 Gander, P.H., Graeber, R.C., Foushee, H.C., Lauber, J.K., Connell, L.J., *Crew Factors in Flight Operations II: Psychophysiological Responses to Short-Haul Air Transport Operations*, 1994, NASA Technical Memorandum #108856. Moffett Field: NASA Ames Research Center.



**Figura 2-2 Ritmos circadianos de un piloto de vuelos de corta distancia**

En cuanto a su percepción de la fatiga, este miembro de la tripulación no se sentía demasiado bien por la mañana. Tendía a sentirse menos fatigado entre dos y cuatro horas después de despertar, tras lo cual su fatiga aumentaba constantemente a lo largo de todo el día. La línea discontinua en todo el período de sueño indica que no se le pidió que despertase cada dos horas para evaluar su fatiga en ese período de tiempo.

La temperatura del cuerpo se utiliza a menudo como marcador para seguir el ritmo del ciclo del reloj corporal circadiano, porque es relativamente estable y fácil de controlar. Sin embargo, no hay un ritmo medible que sea un marcador ideal del ciclo del reloj corporal circadiano. Por ejemplo, los cambios en el nivel de actividad física también causan cambios en la temperatura del cuerpo, lo que explica los pequeños máximos y mínimos de la temperatura en la Figura 2-2.

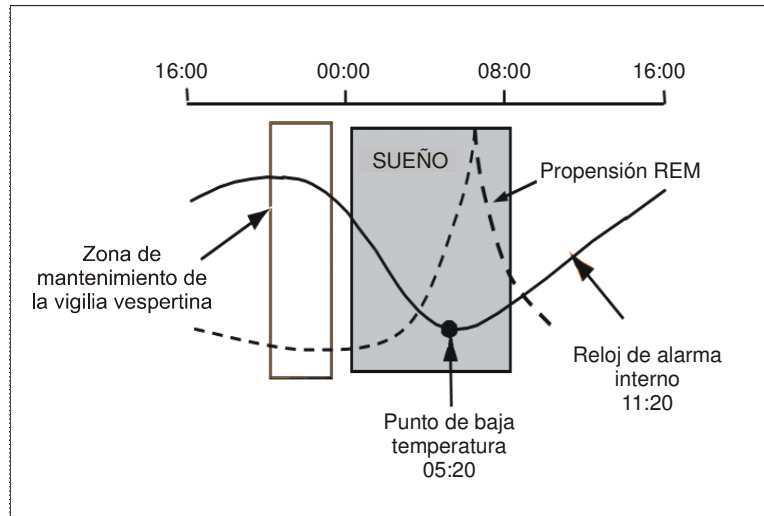
El mínimo diario de la temperatura corporal se corresponde con el momento del ciclo del reloj corporal circadiano en que uno generalmente se siente más somnoliento y se es menos capaz de realizar tareas mentales y físicas. Esto se describe a veces como **Mínimo de la ventana circadiana (WOCL)**.

### 2.3.2 El reloj corporal circadiano y el sueño

Como se mencionó en la Sección 2,2, el reloj corporal circadiano influye en el sueño de diferentes maneras. (Tiene conexiones con los centros del cerebro que mueven a la vigilia y con los centros opuestos que provocan el sueño, así como con el sistema que controla el sueño REM). La Figura 2-3 es un diagrama que resume los efectos del reloj circadiano en el sueño. Se basa en los datos recogidos a partir de 18 pilotos de vuelos nocturnos de carga aérea en sus días libres, es decir,

cuando estaban durmiendo durante la noche<sup>12</sup>. Al igual que el miembro de la tripulación de la Figura 2-2, también se controló permanentemente su temperatura corporal, y llevaron diarios del tiempo de sueño y de servicio.

El ritmo de la temperatura del cuerpo se resume en una simple curva (continua). El momento diario de la temperatura mínima (el punto negro) es la media de todos los miembros de la tripulación y se utiliza como punto de referencia en la descripción de los otros ritmos. Véase que los cambios de temperatura *no son la causa* de los otros ritmos. El ritmo de la temperatura del cuerpo se "lee" al igual que las agujas de un reloj de pulsera analógico, como forma de seguir el ciclo subyacente del reloj corporal circadiano.



**Figura 2-3 Resumen de las influencias del reloj corporal circadiano en el sueño nocturno**

La Figura 2-3 resume los aspectos siguientes del sueño nocturno (cuando los miembros de la tripulación están perfectamente adaptados a la zona horaria local).

- El sueño se inicia normalmente unas cinco horas antes del mínimo de la temperatura corporal.
- El despertar se produce unas tres horas después del mínimo de la temperatura corporal.
- La entrada en el sueño REM es muy rápida y los períodos REM son los más prolongados y más intensos, justamente antes del mínimo de la temperatura corporal. Esto se describe en ocasiones como el máximo del **ritmo circadiano en la propensión REM** (la curva de trazos de la Figura 2-3).
- En diversos protocolos de laboratorio se ha demostrado que es extremadamente improbable que las personas concilien el sueño 6 a 8 horas antes del mínimo de la temperatura corporal. Se conoce esto como **zona de mantenimiento de la vigilia vespertina**.
- Los estudios de laboratorio muestran también que a medida que la temperatura corporal aumenta, hay una propensión creciente a despertarse. Esto llega a un máximo aproximadamente seis horas después del mínimo de la temperatura circadiana. Se denomina a esto en ocasiones **reloj de alarma interno**, porque es muy difícil dormirse o mantenerse despierto durante esta parte del ciclo del reloj corporal circadiano.

12 Gander, P.H., Rosekind, M.R., and Gregory, K.B., "Flight crew fatigue VI: an integrated overview," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, Vol. 69: B49-B60.



La interacción entre la presión homeostática para el sueño y la variación circadiana de la somnolencia inducida por el reloj del cuerpo se traduce en dos eventos de somnolencia máxima en 24 horas:

- un máximo en las primeras horas de la mañana — el denominado **Mínimo de la ventana circadiana (WOCL)**, que se produce para la mayoría de la gente entre las 03:00 y las 05:00; y
- un máximo a principios de la tarde — que en ocasiones se denomina la **ventana de siesta de la tarde** (entre las 15:00 y las 17:00 para la mayoría de la gente). La restricción del sueño durante la noche o la perturbación del sueño hace más difícil permanecer despierto durante la siguiente ventana de siesta de la tarde.

El momento exacto de los dos máximos de la somnolencia es diferente en las personas que presentan un **perfil matutino** (cuyos ritmos circadianos y horarios preferidos de sueño son anteriores a los de la media) de las de **perfil vespertino** (cuyos ritmos circadianos y horarios preferidos de sueño son posteriores a los de la media). Durante los años de la adolescencia, la mayoría de las personas evolucionan hacia el perfil vespertino. A lo largo de la edad adulta, la mayoría de las personas evolucionan hacia el perfil matutino. Este cambio progresivo hacia un perfil matutino creciente se ha documentado para miembros de tripulación de vuelo en toda la gama de edades comprendida entre 20 y 60 años.

Puede considerarse que los efectos combinados de la presión homeostática del sueño y el reloj biológico circadiano definen las "ventanas" en las que se tiende al sueño (por la mañana temprano y en las horas de la tarde de máxima somnolencia) y las "ventanas" de oposición al sueño (la hora del reloj de alarma interno al final de la mañana, y la zona de mantenimiento de la vigilia en la noche).

#### **Nota operacional:**

El reloj corporal circadiano, el sueño y el FRMS

- El mínimo diario de la temperatura corporal se corresponde con la hora del ciclo del reloj corporal circadiano en la que se está más somnoliento y se es menos capaz de realizar tareas mentales y físicas. Esto se denomina en ocasiones el Mínimo de la ventana circadiana (WOCL) y es la hora de riesgo elevado de comisión de errores asociados a la fatiga. En investigaciones del FRMS sobre incidentes, es importante estimar la hora en que se producen los errores en relación a la hora prevista del WOCL.
- El WOCL puede producirse en vuelo durante las operaciones nocturnas nacionales y durante las operaciones de larga distancia y de radio de acción excepcionalmente grande (ULR) en las que el ciclo servicio/descanso no está en fase con los ciclos del reloj corporal circadiano de los miembros de la tripulación.
- La zona de mantenimiento de la vigilia vespertina se produce en las pocas horas que preceden a la habitual de acostarse. Esto hace que sea muy difícil dormirse al principio de la noche antes de una hora de incorporación al servicio. En ocasiones, se ha identificado ésta como una causa de restricción del sueño y de un mayor riesgo de fatiga en las operaciones de corta distancia que exigen un inicio temprano.
- La tendencia creciente a la vigilia asociada al incremento de la temperatura corporal por la mañana, hace que sea difícil caer dormido o permanecer dormido al final de la mañana y al principio de la tarde. Se ha identificado ésta como una causa de restricción del sueño y de un mayor riesgo de fatiga en las operaciones nocturnas de carga aérea que exigen a los miembros de la tripulación retrasar su período de sueño principal hasta la mañana.
- El reloj interno de alarma y la zona del mantenimiento de la vigilia vespertina pueden también interferir con el sueño en vuelo y el sueño en las escalas de los miembros de tripulación de vuelos de largo recorrido y ULR cuando el ciclo de servicio/descanso no está alineado con los ciclos del reloj corporal circadiano de los miembros de la tripulación.

### **2.3.3 Sensibilidad del reloj corporal circadiano a la luz**

Al principio de este capítulo, se produjo una breve descripción de cómo el reloj corporal circadiano es capaz de rastrear la intensidad de la luz en el medio ambiente. Esto le permite permanecer sincronizado con el ciclo de día/noche, incluso a pesar de que tiene una tendencia a generar un "día biológico" que es ligeramente superior a 24 horas.

El efecto de la luz en el reloj corporal circadiano cambia según el momento del ciclo del reloj en que se da la exposición a la luz. Para un miembro de la tripulación adaptado a la hora local y que duerma por la noche:

- la exposición a la luz por la mañana (después del mínimo de la temperatura) hace que el reloj circadiano se acelere temporalmente, lo que se traduce en un avance de la fase (equivalente al cruce de las zonas horarias en sentido oriental);
- la exposición a la luz en la mitad del día tiene un efecto muy pequeño; y
- la exposición a la luz en la noche (antes del mínimo de la temperatura) hace que el reloj circadiano se ralentice temporalmente, lo que se traduce en un retardo de la fase (equivalente al cruce de las zonas horarias en el sentido occidental).

La luz intensa provoca mayores cambios en el ciclo del reloj corporal circadiano que la luz tenue, y el reloj es particularmente sensible a la luz azul.

En teoría, esto significa que con simplemente la cantidad justa de exposición a la luz al mismo tiempo todas las mañanas se aceleraría un ciclo de 24,5 horas del reloj circadiano lo suficiente para sincronizarlo exactamente a 24 horas. En la práctica, estar en sintonía con el ciclo día/noche es más complejo que esto. En las sociedades modernas industrializadas, la gente tiene una exposición muy casual a la luz, especialmente a la luz brillante del exterior. Además, el reloj corporal circadiano es sensible a otras señales temporales procedentes del entorno, en particular las señales sociales, y también puede moverse hacia atrás o hacia adelante en su ciclo por impulsos de actividad física.

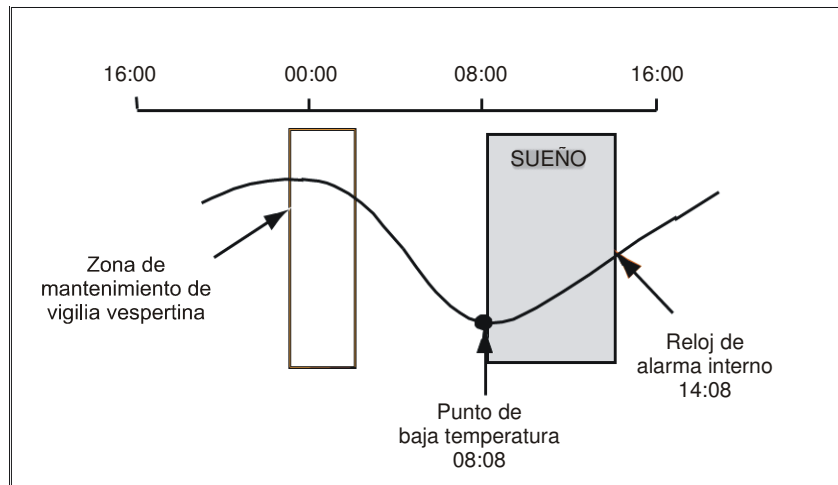
La capacidad del reloj circadiano para "engancharse" al ciclo día/noche de 24 horas es una característica clave de su utilidad para la mayoría de las especies, que les permite ser diurnas o nocturnas, según sea necesario para mejorar su supervivencia. Sin embargo, se ha convertido en una desventaja en la sociedad de veinticuatro horas, ya que hace que el reloj corporal circadiano humano se resista a la adaptación a cualquier otro esquema que el de sueño por la noche.

### **2.3.4 Trabajo en turnos**

Desde el punto de vista de la fisiología humana, el trabajo por turnos puede definirse como cualquier esquema de servicio que exija a un miembro de la tripulación estar despierto durante el tiempo del ciclo del reloj corporal circadiano en que normalmente estaría dormido.

Cuanto más se desplace el sueño desde la parte óptima del ciclo del reloj corporal circadiano, más difícil será para los miembros de la tripulación dormir lo suficiente (es decir, es más probable que experimenten restricciones del sueño). Por ejemplo, los miembros de la tripulación de vuelo de operaciones de carga aérea nocturnas del interior están típicamente de guardia durante la mayor parte del tiempo óptimo para el sueño del ciclo del reloj corporal circadiano. Esto sucede porque el reloj biológico circadiano está "enganchado" al ciclo día/noche y no invierte su orientación para incitar al sueño durante el día, cuando los miembros de la tripulación están volando en la noche.

La Figura 2-4 resume lo que pasó con el reloj biológico circadiano y el sueño cuando los miembros de la tripulación de carga aérea nocturna de la Figura 2-3 volaban por la noche y trataban de dormir por la mañana. (Recordemos que se controlaba su temperatura corporal permanentemente a lo largo de ocho viajes de un día, y llevaron diarios de sueño y de servicio).



**Figura 2-4 Reloj corporal circadiano y sueño tras el servicio nocturno**

El ritmo de la temperatura corporal se representa mediante una curva simple (continua). Volviendo a la Figura 2-3, cuando estos miembros de la tripulación estaban fuera de servicio y dormían por la noche, la hora promedio de la temperatura mínima fue a las 05:20. En la Figura 2-4, cuando estaban trabajando toda la noche, la hora promedio de la temperatura mínima se desplazó a las 08:08 (un retraso de 2 horas, 48 minutos). Esto confirma que el reloj corporal circadiano no se adaptaba plenamente al turno de noche (lo que habría requerido un turno de unas 12 horas).

La adaptación incompleta del reloj circadiano obligó a los miembros de la tripulación a dormir durante una parte distinta del ciclo del reloj corporal circadiano, tras el servicio nocturno.

En casa, antes del viaje (Figura 2-3), se fueron a dormir unas cinco horas antes del mínimo de la temperatura y se despertaron unas tres horas después de dicho mínimo de la temperatura.

Tras el servicio de la noche (Figura 2-4), se fueron a dormir cerca del mínimo de temperatura del ciclo circadiano y se despertaron unas seis horas más tarde. La hora promedio de despertarse tras los períodos de sueño de la mañana era las 14:13. La hora prevista del **reloj de alarma interno** (seis horas después del mínimo de temperatura) era las 14:08. No se pidió a los miembros de la tripulación que se despertasen, sino que ellos mismos indicaron que no sentían haber descansado bien tras estos episodios de sueño matutino restringido.

Otra consecuencia de la adaptación incompleta del reloj corporal circadiano en el servicio nocturno es que los miembros de la tripulación estaban a menudo volando el último vuelo de la noche en la WOCL, cuando se supone que tendrían sueño y deberían hacer un esfuerzo adicional para mantener su rendimiento. No se observaron incidentes relacionados con la fatiga en estos vuelos (todos los equipos iban acompañados por un observador en el puesto de pilotaje). Sin embargo, todos los vuelos fueron de rutina, es decir, que no hubo eventos operacionales que pusieran a prueba la capacidad de estos miembros de la tripulación para responder a situaciones no rutinarias.

**Nota operacional:**

Estrategias de mitigación para el servicio nocturno

- El servicio nocturno obliga a los miembros a dormir más tarde de lo normal en su ciclo del reloj corporal circadiano. Esto significa que cuentan con un tiempo limitado para dormir antes de que dicho reloj les despierte. En consecuencia, tienen que dormirse lo más pronto posible tras concluir el servicio.

- Terminando el servicio antes, aumenta el tiempo disponible para dormir por la mañana, antes de que el reloj corporal circadiano haga que sea más difícil para los miembros de la tripulación dormirse.
- Una siesta antes de entrar en servicio les ayuda a mantener la alerta y el desempeño hasta el final de la noche.
- La siesta durante el período de servicio (por ejemplo, en tierra mientras se carga y descarga el avión) les ayuda a mantener la alerta y el desempeño hasta el final de la noche. La oportunidad de siesta debe limitarse a unos 40-45 minutos, añadiendo otros 10-15 minutos para garantizar que se disipa la inercia del sueño (de haberla).
- En algunas operaciones, puede ser posible programar las horas de una oportunidad de sueño más larga durante la noche, por ejemplo, cuando se está cargando y descargando la carga, o entre períodos continuos de servicio nocturno. La previsión de una sala de descanso fuera de la aeronave y la protección del tiempo de sueño aumentará la cantidad de éste que los miembros de la tripulación pueden disfrutar. Una vez más, deben darse unos 10-15 minutos adicionales para garantizar que se disipa la inercia de sueño (de haberla).

### 2.3.5 Desfase horario

El vuelo a través de zonas horarias expone el reloj corporal circadiano a cambios súbitos en el ciclo día/noche. Debido a su sensibilidad a la luz y (en menor medida) a las señales sociales temporales, el reloj corporal circadiano se acabará adaptando a una nueva zona horaria. Los estudios con participantes volando como pasajeros han identificado una serie de factores que afectan al ritmo de adaptación a una nueva zona horaria. Entre estos factores están:

- El número de zonas horarias que se atraviesa — la adaptación suele llevar más tiempo cuando se atraviesan más zonas horarias.
- El sentido del viaje — la adaptación es generalmente más rápida tras un viaje en sentido occidental que tras un viaje en sentido oriental atravesando el mismo número de zonas horarias.

Esto probablemente refleja el hecho de que la mayoría de las personas tienen un reloj circadiano con un ciclo innato ligeramente superior a 24 horas, lo que hace que sea más fácil alargar el ciclo para adaptarse a un cambio hacia el oeste (un retardo de fase).

Después de vuelos hacia el este atravesando seis o más zonas horarias, el reloj corporal circadiano puede adaptarse cambiando en la dirección opuesta, por ejemplo, cambiando 18 zonas horarias al oeste en lugar de seis zonas horarias al este. Cuando esto sucede, algunos ritmos cambian hacia el este y otros hacia el oeste (lo que se conoce como resincronización por partición) y la adaptación puede ser particularmente lenta.

Los ritmos de funciones **distintas** pueden adaptarse a diferentes velocidades, dependiendo de la intensidad con que se ven influidos por el reloj corporal circadiano.

Esto significa que durante la adaptación a la nueva zona horaria, los ritmos de las diferentes funciones corporales pueden perturbar sus relaciones habituales entre sí.

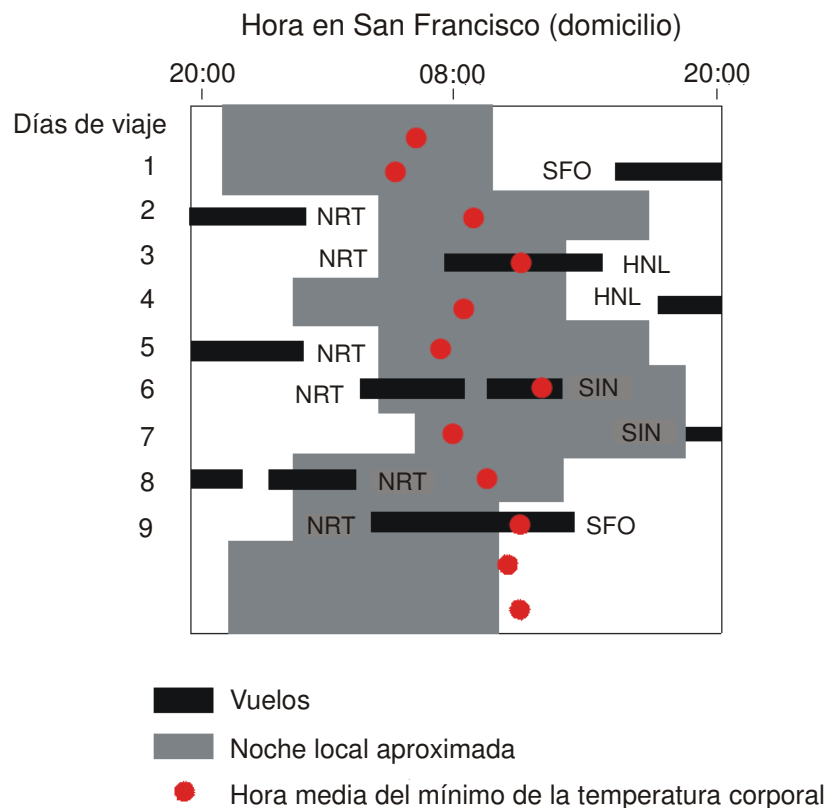
La adaptación es más rápida cuando el reloj corporal circadiano está más expuesto a las señales de tiempo que necesita para engancharse en la nueva zona horaria. Esto se relaciona con el grado en que las personas adoptan el esquema de sueño, alimentación, etc. en la nueva zona horaria y la cantidad de tiempo que pasan al aire libre en los primeros días.

Comenzar un viaje con sueño atrasado parece aumentar la duración y la gravedad de los síntomas del desfase horario.

Durante el período de adaptación a la nueva zona horaria, los síntomas comunes incluyen el deseo de comer y dormir en horarios desintonizados de la rutina local, los problemas digestivos, la disminución del rendimiento en las tareas mentales y físicas, y los cambios de humor.

La situación de la tripulación de vuelo para los vuelos de larga distancia y de radio de acción excepcionalmente grande (ULR) es diferente a la del pasajero que piensa pasar el tiempo suficiente en el destino para adaptarse por completo a la hora local. Por lo general, las escalas en cada destino sólo duran uno o dos días, tras lo cual los miembros de la tripulación tienen que operar un vuelo de vuelta o vuelos adicionales en la región de destino, a los que seguirá el vuelo (o vuelos) de regreso a su ciudad de origen. Esto significa que el reloj corporal circadiano no tiene tiempo suficiente para adaptarse a ninguna de las zonas horarias de destino. Además, la combinación de un día de trabajo largo seguido de una escala de uno o dos días, da un ciclo de servicio/descanso que no sigue un esquema normal de 24 horas, por lo que el reloj corporal circadiano no se puede enganchar con el ciclo de servicio/descanso.

Son relativamente pocos los estudios que han examinado el comportamiento del reloj corporal circadiano a lo largo de vuelos comerciales de larga distancia y ninguno lo ha examinado en operaciones ULR. La Figura 2-5 muestra los datos de un estudio de la NASA realizado a mediados de los años ochenta en operaciones con aviones B747 200/300 (tripulaciones en equipos de tres personas compuestos por un piloto al mando, un primer oficial y un mecánico de a bordo)<sup>13</sup>. Algunos explotadores siguen volando esquemas de viaje similares, pero con un piloto adicional, no un ingeniero de vuelo. Se midió continuamente la temperatura corporal de los participantes y éstos llevaron diarios del sueño y de servicio, antes, durante y después del viaje, que incluyó cuatro vuelos transpacíficos más una ida y vuelta en Asia (NRT-SIN-NRT). Los puntos del gráfico indican la hora de la temperatura mínima (promedio de seis miembros de la tripulación por día).



**Figura 2-5 Estudio de seguimiento del reloj corporal circadiano a lo largo de múltiples vuelos transpacíficos**

13 Gander, P.H., Gregory, K.B., Miller, D.L., Rosekind, M.R., Connell, L.J., and Graeber, R.C., "Flight crew fatigue V: long-haul air transport operations," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, Vol. 69, pp. B37-B48.

Al final de este esquema de viaje, la temperatura mínima se había retrasado alrededor de 4,5 horas, dando una tasa promedio de deriva de unos 30 minutos cada 24 horas (o una duración media del ciclo del reloj corporal circadiano de unas 24,5 horas). La deriva probablemente fue el resultado del hecho de que el reloj corporal circadiano no tuviera señales temporales de 24 horas para ajustarse al ciclo de servicio/descanso que era distinto de 24 horas y a cada escala en una zona horaria diferente.

Una consecuencia de ello es que la temperatura mínima (correspondiente a la **WOCL**) a veces se produjo en vuelo, por ejemplo, en el último vuelo desde NRT a SFO. En estos momentos, cabría esperar que los miembros de la tripulación estuvieran somnolientos y tuvieran que hacer un esfuerzo adicional para mantener su desempeño. Este sería un momento ideal para tomar una siesta en vuelo (en este viaje los miembros de la tripulación no tenían oportunidades de sueño en vuelo).

Otra consecuencia fue que cuando los miembros de la tripulación regresaron a su casa, sus relojes circadianos llevaban en promedio 4,5 horas de retraso con respecto a la hora local y les llevó varios días readaptarse.

### **Patrones de sueño en las escalas de viajes de larga distancia y ULR**

El hecho de que los miembros de la tripulación de viajes de larga distancia y ULR raramente queden el tiempo suficiente en cualquier zona horaria de destino para adaptarse a la hora local, tiene efectos sobre el sueño en la escala. A menudo, los miembros de la tripulación dividen su sueño, con un período de sueño en la noche local y otro correspondiente a la noche local en la zona horaria de su domicilio, que se superpone a la parte preferida del ciclo del reloj corporal circadiano para el sueño (por lo menos durante las primeras 24 a 48 horas en una nueva zona horaria).

Otro factor que afecta al sueño en la escala, especialmente para las tripulaciones no reforzadas que no tienen la oportunidad de dormir en vuelo, es que los días de servicio de largo recorrido se asocian a menudo con largos períodos de vigilia. Por ejemplo, en una serie de viajes de largo recorrido estudiada por el Programa de Fatiga de la NASA, el período medio de vigilia asociado con un día de servicio fue de 20,6 horas (la duración media de un período de servicio fue de 9,8 horas)<sup>13</sup>. A lo largo de estos prolongados períodos de vigilia, **la presión homeostática de sueño** crece, de manera que los tripulantes tienden a dormir, al menos por un corto tiempo, poco después de la llegada al hotel de escala de destino. Por ejemplo, ésta es una situación común después de los vuelos nocturnos hacia el este atravesando varias zonas horarias. Poco después de su llegada, durante la tarde, hora local, se hace un pequeño sueño y luego el principal período de sueño se toma en horas nocturnas.

La instrucción en el FRMS para miembros de tripulación de larga distancia y ULR debe incluir un análisis de los efectos de los vuelos trans-meridianos en el reloj corporal circadiano y el sueño. Una forma de reducir la complejidad de este material es desarrollar una orientación específica para el sueño y el uso de estrategias personales de mitigación de la fatiga en diferentes rutas.

#### **Nota operacional:**

##### **Efectos de los diferentes tipos de viajes de larga distancia en el reloj corporal circadiano**

Son relativamente pocos los estudios que han seguido el comportamiento del reloj corporal circadiano a través de patrones de viaje de larga distancia, y muchos tienen más de 20 años de edad. Los estudios disponibles sugieren que los diferentes tipos de patrones de viaje afectan al reloj corporal circadiano de diferentes maneras.

- Las secuencias de viajes de fletamiento completo de ida y vuelta trans-meridiano (separados por escalas de 24 horas) en los que no se vuelve a la zona horaria del domicilio durante largos períodos de tiempo (tales como los del patrón de la Figura 2-5) tienden a hacer que el reloj corporal circadiano derive en su ciclo innato, que generalmente es ligeramente superior a 24 horas. Esto es probablemente debido a que en estos viajes no hay patrones regulares de 24 horas con los que pueda sincronizarse el reloj corporal circadiano. Cuando vuelven a la zona horaria de su domicilio, los miembros de la tripulación necesitan días adicionales para readaptarse a la hora local.

- Las secuencias de viajes de fletamiento completo de ida y vuelta trans-meridianos (separados por escalas de 24 horas) en los que se vuelve a la zona horaria del domicilio en escalas alternas parecen permitir al reloj corporal circadiano permanecer sincronizado con la zona horaria del domicilio. Por ejemplo, en un patrón de viaje estudiado por el Programa de Fatiga de la NASA intervenían tres viajes de fletamiento completo de ida y vuelta entre la costa occidental de EE. UU. y Londres (seis vuelos en total) con escalas de 24 horas entre cada vuelo. Al volver a la zona horaria de su domicilio después de cada segunda escala, parecía que el reloj corporal circadiano de los miembros de la tripulación (controlado por el ritmo de la temperatura del cuerpo) se mantenía en sincronismo con la hora de la costa occidental. Como resultado de ello, los miembros de la tripulación pudieron dormir relativamente bien en las escalas de la costa occidental y no necesitaron días adicionales para readaptarse a la hora de la costa occidental al final del viaje.
- Hay cierta evidencia de que, cuando los miembros de la tripulación permanecen largo tiempo en la región de destino, por ejemplo, realizando durante varios días vuelos locales con cambios mínimos de la zona horaria antes que realizar el vuelo de larga distancia de vuelta a su domicilio, su reloj corporal circadiano comienza adaptarse a la zona horaria de destino. Esto puede mejorar el sueño en la escala. Por otro lado, cuando regresan a la zona horaria de su domicilio, necesitan días adicionales para readaptarse a la hora local.

La escasez de datos sobre lo que pasa en el reloj corporal circadiano en patrones de viaje de larga distancia es una de las razones por las que la mayoría de los actuales modelos biomatemáticos no cuentan con un enfoque válido para simular lo que sucede al reloj circadiano en las secuencias de vuelos trans-meridianos (véase el Capítulo 4).

## 2.4 RESUMEN DE LA CIENCIA FUNDAMENTAL PARA EL FRMS

Los descubrimientos en la ciencia del sueño y los ritmos circadianos ofrecen una base científica sólida para el FRMS. La ciencia no se ocupa de todas las cuestiones operacionales detalladas y nunca lo hará. En otras palabras, siempre habrá una necesidad de combinar la experiencia práctica y los conocimientos científicos a fin de llegar a controles viables y formas de reducción para gestionar el riesgo asociado a la fatiga en un FRMS.

La base científica para el FRMS puede mejorarse continuamente si los datos recogidos de forma rutinaria en el marco de los procesos de FRM (Capítulo 4) y los procesos de garantía del FRMS (Capítulo 5) pueden compartirse de manera apropiada en el dominio público.

### **Nota operacional:** Hechos clave del sueño

El sueño es vital para recuperarse de la fatiga. El sueño presenta dos aspectos importantes — la cantidad de sueño y la calidad del sueño.

#### *Cantidad de sueño*

- La restricción del sueño es habitual en las operaciones de vuelo.
- No dormir suficiente da lugar a: sentirse somnoliento, tener dificultad para estar alerta, ponerse irascible, ralentizar las reacciones, degradar la coordinación, pensar más lentamente, centrarse solamente en parte de un problema y perder la visión de conjunto (pérdida de la conciencia de la situación), ser menos creativo en la resolución de problemas, y reducir la consolidación de la memoria (degradación del aprendizaje).

- Los efectos de la restricción del sueño se acumulan:
  - el índice de acumulación de la fatiga está en relación con la tasa de pérdida de sueño (menos sueño al día = más rápida acumulación de la fatiga);
  - la pérdida de sueño acaba volviéndose incontrolable, lo que se traduce en el sueño involuntario (micro-sueños o siestas involuntarias).
- Las pérdidas de horas de sueño no han de recuperarse hora por hora.
- Se requieren al menos dos noches consecutivas de sueño sin restricciones para recuperarse de los efectos acumulados de múltiples noches con restricción del sueño. Sueño sin restricciones significa no llegar a caer dormido cuando se está cansado y despertarse espontáneamente, produciéndose el sueño en el momento adecuado del ciclo del reloj corporal circadiano. En algunos casos, este período de recuperación puede componerse de horarios (por ejemplo, con períodos cortos diurnos de servicio).
- La siesta controlada puede aliviar temporalmente los síntomas de la pérdida de sueño. Esta es una estrategia personal de mitigación, por ejemplo, antes de un período de servicio nocturno o en los vuelos de larga distancia.
  - Un estudio de la NASA, sobre sueño controlado en el puesto de pilotaje, reveló una mejora de la alerta al final de vuelos de larga distancia sin refuerzos (8 a 9 horas) cuando se dio a los miembros de la tripulación una oportunidad de siesta de 40 minutos en su asiento del puesto de pilotaje.

#### *Calidad del sueño*

- Un sueño de buena calidad implica ciclos regulares a lo largo de dos tipos diferentes de sueño — Sueño con movimientos rápidos del ojo (sueño REM) y sueño no-REM. Un ciclo completo del sueño no-REM/REM dura aproximadamente 90 minutos.
- El sueño fragmentado en múltiples despertares o agitaciones a etapas más ligeras del sueño, rompe el ciclo no-REM/REM y tienen menos capacidad de recuperación que el sueño continuo.
  - El sueño en las instalaciones de descanso de la tripulación es más ligero y más fragmentado que el sueño en hoteles o en casa. No parece ser éste un efecto de la altitud.
- Las siestas en el puesto de pilotaje y el sueño en vuelo en las instalaciones de descanso de la tripulación comportan muy poco sueño no-REM profundo (conocido como sueño de onda lenta), de forma que es menos probable que se produzca la inercia del sueño tras un sueño en vuelo que lo previsto en los estudios de laboratorio.

En la regulación del sueño interactúan dos procesos fisiológicos principales:

- El proceso de sueño homeostático se manifiesta en la presión del sueño de onda lenta que crece a lo largo de la vigilia y se descarga por el sueño.
- El reloj corporal circadiano regula la temporización del sueño REM y dicta la preferencia del sueño durante la noche.

La interacción entre la presión del sueño homeostático y el reloj corporal circadiano se traduce en dos máximos de la somnolencia en 24 horas:

- un máximo a principios de la tarde (la ventana de siesta de la tarde) que se produce aproximadamente entre las 15:00 y las 17:00 para la mayoría de la gente; y



- un máximo a primeras horas de la mañana (el mínimo de la ventana circadiana o WOCL) que se produce aproximadamente entre las 03:00 y las 05:00 para la mayoría de la gente.

*Nota.— Estos dos procesos son los componentes principales en la mayoría de los modelos biomatemáticos utilizados para la medición de los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación (véase el Capítulo 4).*

#### **Nota operacional:**

##### Hechos clave sobre el reloj corporal circadiano

- El reloj corporal circadiano es un marcapaso permanente del cerebro sensible a la luz que le llega a través de un camino de entrada desde los ojos (separado de la visión).
- El reloj corporal circadiano genera un "día biológico" innato que es ligeramente superior a las 24 horas para la mayoría de la gente. Su sensibilidad a la luz permite adaptarse al ritmo del ciclo día/noche de 24 horas.
- Prácticamente cada aspecto del funcionamiento humano (físico o mental), conlleva ciclos diarios que experimentan la influencia del reloj corporal circadiano.
- El mínimo diario de la temperatura corporal se corresponde con el momento del ciclo del reloj corporal circadiano en que uno generalmente se siente más somnoliento y se es menos capaz de realizar tareas mentales y físicas. Esto se denomina a veces mínimo de la ventana circadiana y es un tiempo de riesgo elevado de comisión de errores asociados a la fatiga.

##### *Trabajo por turnos*

- El trabajo por turnos puede definirse como cualquier esquema de servicio que exija a un miembro de la tripulación estar despierto durante el tiempo del ciclo del reloj corporal circadiano en que normalmente estaría dormido.
- La capacidad del reloj circadiano para "engancharse" al ciclo día/noche de 24 horas le hace resistirse a la adaptación a ningún otro esquema distinto del de sueño nocturno.
- El hecho de que el reloj corporal circadiano no se adapte plenamente a esquemas alterados de sueño/vigilia tiene dos consecuencias principales:
  - los días de servicio en que se superponen las horas habituales de sueño de los miembros de la tripulación (particularmente en las operaciones que duran toda la noche) tienden a causar restricción del sueño; y
  - cabe esperar que los miembros de la tripulación que trabajen a lo largo del mínimo de la ventana circadiana estén somnolientos y tengan que realizar un esfuerzo adicional para mantener su desempeño.
- Cuanto más se desplace el sueño respecto a la parte óptima del ciclo del reloj corporal circadiano, más difícil será para los miembros de la tripulación lograr un sueño adecuado.
- Al programar los horarios, la frecuencia de las pausas de recuperación (al menos dos noches consecutivas de sueño sin restricciones) tiene que reflejar el índice de acumulación de la pérdida de sueño.

**Desfase horario**

- El vuelo a través de zonas horarias expone el reloj corporal circadiano a cambios súbitos en el ciclo día/noche. Debido a su sensibilidad a la luz y (en menor medida) a las señales sociales temporales, el reloj corporal circadiano se acabará adaptando a una nueva zona horaria.
- El ritmo de adaptación depende del número de zonas horarias que se atraviesa, del sentido del viaje (más rápido tras los vuelos hacia el oeste) y de la medida en que el reloj corporal circadiano se expone a las señales de 24 horas de la nueva zona horaria (luz exterior, sueño y comidas con arreglo a la hora local, etc.).
- Las escalas de 24 a 48 horas no son suficientes para que el reloj corporal circadiano se adapte a la hora local.
- Los distintos tipos de esquema de viaje de larga duración afectan de diferente forma al reloj corporal circadiano:
  - Las secuencias de viajes de fletamiento completo de ida y vuelta trans-meridianos en los que no se vuelve a la zona horaria del domicilio durante largos períodos de tiempo tienden a hacer que el reloj corporal circadiano derive en su ciclo innato. Al volver a la zona horaria propia, se necesitan días adicionales para readaptarse a la hora local.
  - Las secuencias de viajes del fletamiento completo de ida y vuelta trans-meridianos en los que se vuelve a la zona horaria del domicilio en escalas alternas parecen permitir al reloj corporal circadiano permanecer sincronizado con la zona horaria del domicilio.
  - En los viajes que incluyen períodos más dilatados en la región de destino, por ejemplo, los de varios días de vuelo local antes del vuelo de retorno a casa, el reloj corporal circadiano comienza adaptarse a la zona horaria de destino. Esto puede mejorar el sueño de la escala. Por otro lado, al volver a la zona horaria propia, se necesitan días adicionales para readaptarse a la hora local.
- En las escalas de vuelos de larga duración, el sueño resulta afectado por la competencia entre procesos fisiológicos (el sueño homeostático y el reloj corporal circadiano), así como por la preferencia por dormir durante la noche local.
- En la instrucción sobre el FRMS puede ser útil formular recomendaciones personales sobre estrategias de reducción de la fatiga para miembros de la tripulación de vuelos de larga duración y ULR.

**Nota operacional:**

¿Cuánto sueño es suficiente en 24 horas?

Esta pregunta habitual tiene generalmente por objeto tratar de obtener una "cifra mágica" de la cantidad mínima de sueño que necesita un miembro de la tripulación, o del período mínimo de descanso que es necesario programar. Desde la perspectiva de la ciencia del sueño, la respuesta es "depende de múltiples factores, incluidas las diferencias individuales". Algunos de los aspectos de los que depende son:

- el historial reciente de sueño — un período de sueño restringido constituye un riesgo de fatiga menor para un miembro de la tripulación que inició su servicio bien descansado, que el de otro miembro de la tripulación que haya acumulado pérdida de sueño;
- la cantidad de sueño que un miembro de la tripulación necesita para estar plenamente descansado (lo que varía entre miembros de la tripulación);

- si es probable que el miembro de la tripulación obtenga un sueño de buena calidad durante el período de sueño restringido. (Por ejemplo, ¿el sueño es en la casa, en una instalación de descanso de la tripulación a bordo, en un hotel de escala? ¿La oportunidad de sueño se produce en el momento adecuado del ciclo del reloj corporal circadiano?);
- si el sueño se acorta porque un miembro de la tripulación tiene que estar despierto durante un período prolongado con anterioridad (se incrementa la presión homeostática del sueño y el riesgo de micro-sueños antes del período del sueño);
- si el sueño se acorta porque un miembro de la tripulación tiene que estar despierto durante un período prolongado con posterioridad (se incrementa la presión homeostática del sueño y el riesgo de micro-sueños antes del próximo período del sueño);
- si el miembro de la tripulación tratará de trabajar en horas de presión creciente de sueño circadiano (las primeras horas de la mañana y a mitad de la tarde, cuando el reloj corporal circadiano se adapta a la hora local);
- el mayor o menor grado crítico de las tareas que un miembro de la tripulación tendrá que realizar tras el período de sueño restringido;
- otras estrategias defensivas aplicadas con el fin de manejar el riesgo para la seguridad operacional de que un miembro de la tripulación disminuya su desempeño como consecuencia del período de sueño restringido; y
- cuándo se producirá la oportunidad de recuperación de los efectos del período de sueño restringido. (Por ejemplo, ¿se trata del primero de una serie de períodos de sueño restringido, o va seguido de dos noches de sueño recuperador sin restricciones?).

Desde el punto de vista de la seguridad operacional, la respuesta es que no hay una única estrategia defensiva que sea 100 por cien segura. (El mismo deseo de simplicidad es un riesgo con los modelos biomatemáticos que definen un "umbral de seguridad operacional" para la fatiga de los miembros de la tripulación. Por ejemplo, hay la tendencia a creer que una operación es segura si se prevé que esté por debajo de ese umbral, pero insegura si se prevé que esté por encima de él). En un FRMS, la seguridad operacional se obtiene mediante un sistema de defensas de capas múltiples guiado por los datos para tratar el riesgo asociado a la fatiga, y no basándose en simples umbrales. La respuesta del FRMS es: mídanse los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación, efectúese una evaluación de riesgos, aplíquense controles y medidas de mitigación, según sea necesario. Estos procesos son el objeto de los Capítulos 5 y 6.

---



## Capítulo 3. Política y documentación del FRMS

### 3.1 INTRODUCCIÓN A LA POLÍTICA Y LA DOCUMENTACIÓN DEL FRMS

En este capítulo se describe lo que debe incluirse en una política y otros documentos del FRMS necesarios para registrar sus actividades. La política y la documentación definen los acuerdos organizativos que dan apoyo a las actividades operacionales centrales del FRMS (los procesos de FRM y los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS). En la Figura 3-1 se describen los vínculos entre la política y la documentación y otros componentes del FRMS.

La política del FRMS especifica el compromiso del explotador y el enfoque de la gestión de los riesgos asociados a la fatiga. Si resulta aceptable para el Estado, puede ser adecuado en algunos casos que el explotador incorpore su política del FRMS en su política del SMS. No obstante, debe señalarse que el Apéndice 8 al Anexo 6 Parte 1 de la OACI exige a un explotador que defina claramente todos los elementos del FRMS en su política. Debe ser posible distinguir la política del FRMS del explotador respecto a la política general del SMS para poder realizar revisiones separadas.

La documentación del FRMS describe los componentes y actividades de todo el FRMS. Para su eficacia, permite la intervención (interna y externa) de éste, con el fin de verificar si cumple los objetivos de seguridad operacional definidos en la política del FRMS. El mantenimiento de la documentación necesaria es una de las funciones recomendadas por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

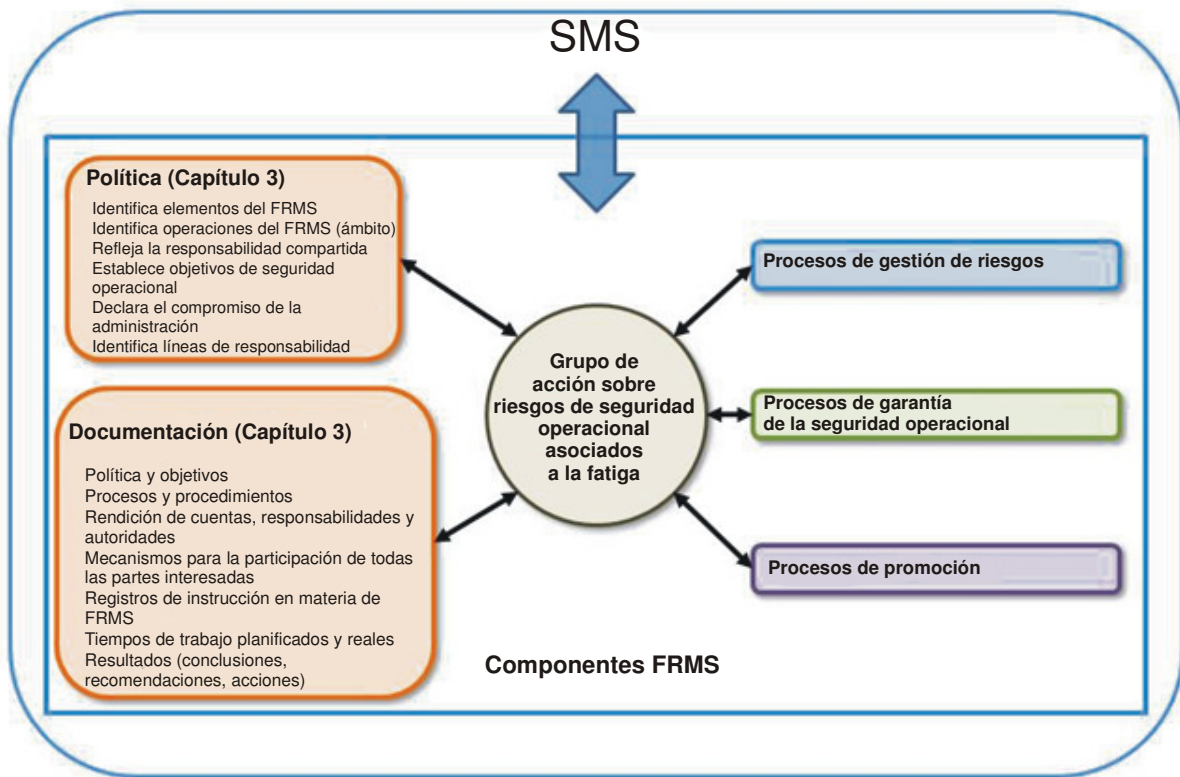


Figura 3-1 Vínculos entre la política y la documentación del FRMS y otros componentes del FRMS

A continuación figuran los requisitos de la OACI en cuanto a política y documentación del FRMS (Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I).

## Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I

### 1. Política y documentación sobre el FRMS

#### 1.1 Criterios FRMS

- 1.1.1 El explotador definirá su política en materia de FRMS, especificando claramente todos los elementos del FRMS.
- 1.1.2 La política requerirá que en el manual de operaciones se defina claramente el alcance de las operaciones con FRMS.
- 1.1.3 La política:
- reflejará la responsabilidad compartida de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que participen;
  - establecerá claramente los objetivos de seguridad operacional del FRMS;
  - llevará la firma del funcionario responsable de la organización;
  - se comunicará, con un respaldo visible, a todos los sectores y niveles pertinentes de la organización;
  - declarará el compromiso de la administración respecto de la notificación efectiva en materia de seguridad operacional;
  - declarará el compromiso de la administración respecto de la provisión de recursos adecuados para el FRMS;
  - declarará el compromiso de la administración respecto a la mejora continua del FRMS;
  - requerirá que se especifiquen claramente las líneas jerárquicas de rendición de cuentas para la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que participen; y
  - requerirá revisiones periódicas para garantizar que mantiene su pertinencia e idoneidad.

*Nota.— En el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc 9859) se describe la notificación efectiva de seguridad operacional.*

#### 1.2 Documentación FRMS

El explotador elaborará y mantendrá actualizada la documentación relativa al FRMS, en la que se describirá y registrará lo siguiente:

- política y objetivos del FRMS;
- procesos y procedimientos del FRMS;
- rendición de cuentas, responsabilidades y autoridades respecto de los procesos y procedimientos;
- mecanismos para contar con la participación permanente de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que intervienen;
- programas de instrucción en FRMS, necesidades de capacitación y registros de asistencia;
- tiempo de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso programados y reales, con desviaciones significativas y motivos por los que se anotaron las desviaciones; y
- información elaborada por el FRMS incluyendo conclusiones a partir de datos recopilados, recomendaciones y medidas adoptadas.

### 3.2 APÉNDICE 8, PÁRRAFO 1.1: CRITERIOS DEL FRMS

1.1.1 El explotador definirá su política en materia de FRMS, especificando claramente todos los elementos del FRMS.

La política del FRMS proporciona el marco general en el que opera el FRMS. Mientras que un FRMS puede ser una parte integral de los SMS de un explotador, el SMS y el FRMS requieren dos procesos de aprobación separados. En consecuencia, tanto si la política del explotador del FRMS se ha escrito como documento independiente, como componente de su Política del SMS, o como parte de su política de seguridad operacional general, todo aspecto de la política del FRMS deberá ser fácilmente identificable como tal. Esto significa que la política del FRMS puede revisarse en su totalidad y se distingue claramente de otras exposiciones de política de seguridad operacional.

#### 3.2.1 Alcance del FRMS

1.1.2 La política requerirá que en el manual de operaciones se defina claramente el alcance de las operaciones con FRMS.

La norma 4.10.2 (del Anexo 6, Parte I) de la OACI, establece que, cuando se formule la normativa FRMS, los Estados permitirán al explotador elegir si va a utilizar el FRMS para gestionar el riesgo de fatiga en todas sus operaciones, o sólo en determinados tipos específicos de operaciones (por ejemplo, una flota particular, una ruta particular o sólo operaciones ULR). Todas las operaciones que no estén contempladas en el FRMS deben operar bajo las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio aplicables.

Dado que una declaración de política suele ser un documento corto y definitivo, no tiene que detallar el alcance de las operaciones a las que se aplica el FRMS, pero tiene que identificar dónde se detallan. Por ejemplo, una declaración de política del explotador puede indicar que el alcance del FRMS se define en el Manual de operaciones de vuelo. Esto significa que los cambios del alcance aprobados por el Estado no requieren una nueva versión de la declaración inicial de política del FRMS.

A medida que aumenta la familiaridad y experiencia del explotador con el FRMS, es posible que desee ampliar el alcance de éste. Esto podría considerarse como una evolución natural del FRMS, y el ente encargado de la reglamentación deberá tomar en consideración los requisitos que regirán la ampliación del alcance del FRMS.

Los recuadros de texto siguientes muestran ejemplos de declaraciones sobre el alcance del FRMS.

#### Ejemplo 1

Línea aérea A — Gran transportista internacional con 11 diferentes tipos de flota

El FRMS para la línea aérea A se aplicará a todas las operaciones específicamente identificadas en el Manual de operaciones de vuelo (FOM). Todas las demás operaciones se realizarán con arreglo a la reglamentación sobre limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio.

En el Ejemplo 1, el Manual de operaciones de vuelo enumera inicialmente toda la flota de los B-777 y los vuelos de radio de acción excepcionalmente grande con el B-787, y sólo incluye pilotos. Posteriormente, la línea aérea A decide que quiere añadir su flota de los A-330 al FRMS.

Con la aprobación del encargado de la reglamentación, la flota de los A-330 se puede agregar a la lista en el Manual de operaciones de vuelo que identifica las operaciones que abarca el FRMS, sin que sea necesario un cambio en la declaración de política del FRMS. Este cambio hace que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga

sea el responsable de establecer los procesos del FRMS encaminados a identificar los peligros asociados a la fatiga en las operaciones con los A-330, evaluar los riesgos, y desarrollar y aplicar controles y medidas de mitigación. También deben establecerse procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS destinados a supervisar la eficacia del FRMS en la gestión de los riesgos asociados a la fatiga en las operaciones con A-330.

La incorporación de los miembros de la tripulación de cabina al FRMS requeriría modificar la declaración de política de la siguiente manera.

El FRMS para la línea aérea A se aplicará a todas las operaciones específicamente identificadas en el Manual de operaciones de vuelo (FOM) y en el Manual de operaciones en cabina (COM). Todas las demás operaciones se realizarán con arreglo a la reglamentación sobre limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio.

### Ejemplo 2

Línea aérea B — Transportista nacional que realiza operaciones según un programa de horarios y de tipo chárter con tres tipos de flota. La línea aérea B opta por realizar sus operaciones chárter con arreglo al FRMS y realizar sus operaciones según un programa con arreglo a la reglamentación sobre limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio.

El FRMS para la línea aérea B se aplicará a todos los miembros de la tripulación en todas las operaciones chárter.

### Ejemplo 3

Línea aérea C — Transportista a la demanda de dos aviones que opta por incluir todas sus operaciones en el FRMS

El FRMS para la línea aérea C se aplicará a todos los miembros de la tripulación en todas las operaciones.

#### 1.1.3 La política:

- a) reflejará la responsabilidad compartida de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que participen;
- b) establecerá claramente los objetivos de seguridad operacional del FRMS;
- c) llevará la firma del funcionario responsable de la organización;
- d) se comunicará, con un respaldo visible, a todos los sectores y niveles pertinentes de la organización;
- e) declarará el compromiso de la administración respecto de la notificación efectiva en materia de seguridad operacional;
- f) declarará el compromiso de la administración respecto de la provisión de recursos adecuados para el FRMS;
- g) declarará el compromiso de la administración respecto a la mejora continua del FRMS;
- h) requerirá que se especifiquen claramente las líneas jerárquicas de rendición de cuentas para la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que participen; y
- i) requerirá revisiones periódicas para garantizar que mantiene su pertinencia e idoneidad.

*Nota.— En el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc 9859) se describe la notificación efectiva de seguridad operacional.*

En la sección 1.1.3 del Apéndice 8 se determinan los requisitos mínimos que debe abordar la política del FRMS. Esencialmente, se identifican los requisitos previos de un FRMS. En cuanto a la gestión de los riesgos relacionados con la fatiga según las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio, el FRMS exige la responsabilidad compartida entre el explotador y cada uno de los miembros del personal, debido a la naturaleza particular de la fatiga.



La **fatiga** se ve afectada por todas las actividades de vigilia, no sólo por las demandas de trabajo. A veces se describe como "un tema para toda la vida". Por ejemplo, los miembros de la tripulación tienen una responsabilidad personal, ya que pueden elegir la cantidad de tiempo que dedican a tratar de dormir durante las pausas de descanso disponibles y de elegir cuándo utilizar estrategias personales de mitigación de la fatiga (Capítulo 4). Tienen la responsabilidad de utilizar eficazmente los períodos de descanso antes de los períodos de servicio que les permitan iniciar el trabajo adecuado para dicho servicio. Además, su colaboración es vital para la notificación voluntaria de los riesgos de fatiga, y cuando deben medirse los niveles de fatiga para los procesos de FRM (Capítulo 4) y los procesos de garantía de seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5). La voluntad de cooperar de los miembros de la tripulación dependerá de su confianza en que el explotador se comprometa con los principios de una cultura eficaz de notificación de la seguridad operacional<sup>1</sup> (Capítulo 1).

Sin embargo, la gestión es también, y principalmente, responsable de la gestión del riesgo de fatiga porque establece los horarios de las actividades de trabajo del personal y la distribución de los recursos en la organización<sup>2</sup>. El FRMS es un sistema organizativo que permite a la gerencia cumplir dicha responsabilidad.

Al igual que con el SMS, el ejecutivo responsable, al firmar la política del FRMS, acepta la responsabilidad de éste, ya sea directamente o mediante la supervisión y la gestión de otros, incluyendo aquellos en los que el ejecutivo responsable haya delegado la responsabilidad.

Los objetivos de seguridad operacional en la política del FRMS especifican lo que el explotador quiere que logre éste. Para realizar un seguimiento de si el FRMS está cumpliendo estos objetivos, se debe supervisar su funcionamiento. En los Capítulos 4 y 5 figuran ejemplos de indicadores y metas de performance en cuanto a seguridad operacional que se pueden utilizar para medir el grado en que el FRMS está cumpliendo con los objetivos de dicha seguridad operacional.

El explotador debe revisar periódicamente la política del FRMS a fin de asegurarse de que es adecuada para satisfacer las demandas operacionales cambiantes. Además, el FRMS debe estar sujeto a una revisión periódica por parte del encargado de la reglamentación.

### 3.3 EJEMPLOS DE DECLARACIONES DE POLÍTICA DEL FRMS

Los siguientes ejemplos pretenden servir de orientación y no como patrones. Cada explotador debe desarrollar un FRMS adecuado a sus necesidades operacionales y contexto organizativo específicos.

#### 3.3.1 Declaración de política del FRMS para un transportista importante

##### **Política de gestión de los riesgos asociados a la fatiga de [Insertar nombre de la compañía]**

Atendiendo a un compromiso con la mejora continua de la seguridad operacional, la Compañía X tiene un sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS) para gestionar los riesgos relacionados con la fatiga.

El FRMS se aplica a las operaciones definidas en los manuales de las operaciones de vuelo y de cabina. Todas las demás operaciones se ajustarán a la reglamentación prescriptiva del tiempo de vuelo y de servicio. El manual del FRMS describe los procesos utilizados para identificar los peligros de la fatiga y la evaluación de los riesgos correspondientes, así como el desarrollo, aplicación y supervisión de los controles y medidas de mitigación. El manual del FRMS describe también los procesos de garantía de la seguridad operacional utilizados para garantizar que el FRMS cumple sus objetivos en cuanto a seguridad operacional, y la forma en que el FRMS se integra con nuestros programas del SMS encabezados por la industria.

<sup>1</sup> *Manual de gestión de la seguridad operacional*, de la OACI, (Doc 9859)

<sup>2</sup> *Manual de gestión de la seguridad operacional*, de la OACI, (Doc 9859)

Con arreglo a esta política:

La gerencia se responsabiliza de:

- prever recursos adecuados para el FRMS;
- prever niveles adecuados de tripulación en apoyo de plantillas que minimicen el riesgo de fatiga;
- ofrecer a las tripulaciones de vuelo y de cabina oportunidades adecuadas de recuperación del sueño entre servicios;
- crear un entorno que promocióne la notificación abierta y honesta de los peligros e incidentes relacionados con la fatiga;
- impartir instrucción sobre gestión de los riesgos relacionados con la fatiga a las tripulaciones de vuelo y de cabina, así como a otro personal de apoyo del FRMS;
- demostrar su participación activa en el FRMS y la comprensión de éste;
- garantizar que los riesgos relacionados con la fatiga en la(s) materia(s) de su responsabilidad se gestionan adecuadamente;
- consultar regularmente con las tripulaciones de vuelo y de cabina en relación con la eficacia del FRMS; y
- dar muestras de mejora continua del FRMS y realizar una revisión anual de éste.

A las tripulaciones de vuelo y de cabina, se les exige que:

- utilicen adecuadamente sus períodos de descanso (entre turnos o períodos de servicio) para lograr dormir;
- participen en ejercicios de educación y adiestramiento sobre gestión de riesgos asociados a la fatiga;
- informen sobre los peligros e incidentes relacionados con la fatiga, tal como se describe en el manual del FRMS;
- se ajusten a la política de gestión de riesgos asociados a la fatiga;
- informen inmediatamente a su director o supervisor con anterioridad o durante el trabajo, si:
  - saben o sospechan que ellos mismos u otro miembro de la tripulación sufre niveles inaceptables de fatiga; o
  - albergan alguna duda en cuanto a la capacidad de ellos mismos o de otro miembro de la tripulación para cumplir su tarea.

La gestión de los riesgos asociados a la fatiga debe considerarse parte central de nuestro sector, pues ofrece una oportunidad considerable de mejorar la seguridad operacional y la eficacia de nuestras operaciones, así como de maximizar el bienestar de nuestro personal.

**Política autorizada por:**

(Firma) \_\_\_\_\_

**Cargo** (Ejecutivo responsable)

Fecha: \_\_\_\_\_

### 3.3.2 Declaración de política del FRMS para un pequeño explotador que ofrece servicios de evacuación médica

#### Política de gestión de los riesgos asociados a la fatiga de [nombre de la compañía]

Los desafíos singulares a los que hacemos frente en nuestras operaciones internacionales de evacuación médica, en [nombre de la compañía] incluyen horarios de guardia de 24 horas, la necesidad de una respuesta inmediata en todas las condiciones meteorológicas, y el aterrizaje de múltiples vuelos en lugares no preparados. Estos retos requieren que nuestras tripulaciones de vuelo actúen al más alto nivel de competencia y profesionalismo en todo momento. También significa que estamos expuestos de forma regular a elevados riesgos asociados a la fatiga, cuya gestión óptima se hará mediante un sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRMS).

Tenemos que gestionar estos riesgos con cuidado a fin de tomar decisiones sólidas y homogéneas, sobre todo para equilibrar las necesidades vitales de los pacientes con el requisito de seguridad de las operaciones. Esto sólo se puede lograr a través de la responsabilidad compartida y el compromiso de la administración, los miembros de la tripulación (pilotos, médicos y enfermeras) y nuestro personal de apoyo (por ejemplo, programadores de la tripulación) para asegurar que nuestros riesgos asociados a la fatiga sigan siendo aceptables.

**[nombre de la compañía]** garantizará que la gerencia, la tripulación y el personal de apoyo, así como todas las demás personas pertinentes están al tanto de:

- las posibles consecuencias de la fatiga en nuestra compañía;
- los retos singulares y los riesgos relacionados con la fatiga a los que hace frente nuestro personal, dado el carácter de nuestras operaciones;
- la importancia de informar sobre peligros relacionados con la fatiga; y
- la forma óptima de tratar la fatiga.

Con el fin de lograrlo, hemos elaborado políticas y procedimientos específicos en nuestro sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) para la gestión de los riesgos asociados a la fatiga. Quedan documentadas en las secciones sobre el FRMS de nuestro Manual del SMS y son de aplicación a todo el personal operativo.

La dirección es responsable de:

- dotar de los recursos adecuados al SMS;
- prever niveles adecuados de tripulación en apoyo de plantillas que minimicen el riesgo asociados a la fatiga;
- ofrecer a las tripulaciones de vuelo oportunidades adecuadas de recuperación del sueño entre servicios;
- crear un entorno que promueva la notificación abierta y honesta de los peligros e incidentes relacionados con la fatiga;
- impartir instrucción sobre gestión de los riesgos relacionados con la fatiga a las tripulaciones, así como a otro personal de apoyo;
- dar prueba de una participación activa y de comprensión de nuestros riesgos relacionados con la fatiga;
- consultar regularmente con las tripulaciones en relación con la eficacia de la gestión de la fatiga; y
- dar muestras de mejora continua y realización de una revisión anual de la gestión de la fatiga.

A las tripulaciones y al personal de apoyo se les exige que:

- utilicen adecuadamente sus períodos de descanso (entre turnos o períodos de servicio) para lograr dormir;
- participen en ejercicios de educación y adiestramiento sobre gestión de riesgos relacionados con la fatiga;
- informen sobre los peligros e incidentes relacionados con la fatiga;
- se ajusten a la política y las prácticas de gestión de riesgos relacionados con la fatiga que figuran en nuestro SMS;
- informen inmediatamente a su director o supervisor con anterioridad o durante el trabajo, si:
  - saben o sospechan que ellos mismos u otro miembro de la tripulación sufre niveles inaceptables de fatiga; o
  - albergan alguna duda en cuanto a la capacidad de ellos mismos o de otro miembro de la tripulación para cumplir su tarea.
- recaben ayuda externa, de conformidad con las políticas y procedimientos de nuestra compañía, para asegurar, siempre que sea posible, que se acude a terceras partes (por ejemplo, el jefe de pilotos, el director de operaciones) que no forman parte de su tripulación, en apoyo de la adopción de decisiones por la tripulación. Se pide a los miembros de la tripulación que siempre que tengan dudas en cuanto a sus riesgos asociados a la fatiga, utilicen la línea especial de 24 horas de la compañía.

La gestión eficaz de la fatiga es fundamental para asegurar que nuestra compañía puede ofrecer un servicio de calidad a nuestros clientes.

**Política autorizada por:**

(Firma) \_\_\_\_\_

**Cargo** (Ejecutivo responsable)

Fecha: \_\_\_\_\_

**3.4 APÉNDICE 8, PÁRRAFO 1.2: DOCUMENTACIÓN FRMS**

1.2 El explotador elaborará y mantendrá actualizada la documentación relativa al FRMS, en la que se describirá y registrará lo siguiente:

- a) política y objetivos del FRMS;
- b) procesos y procedimientos del FRMS;
- c) rendición de cuentas, responsabilidades y autoridades respecto de los procesos y procedimientos;
- d) mecanismos para contar con la participación permanente de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina y otros miembros del personal que intervienen;
- e) programas de instrucción en FRMS, necesidades de capacitación y registros de asistencia;
- f) tiempo de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso programados y reales, con desviaciones significativas y motivos por los que se anotaron las desviaciones; y
- g) información elaborada por el FRMS incluyendo conclusiones a partir de datos recopilados, recomendaciones y medidas adoptadas.

La documentación describe todos los elementos del FRMS y proporciona un registro de sus actividades y todo cambio de dicho FRMS. La documentación puede estar centralizada en un manual del FRMS, o la información requerida puede integrarse en el manual del SMS del explotador. Sin embargo, tiene que ser accesible a todo el personal que pueda necesitarla para consulta y al ente encargado de la reglamentación para la labor de auditoría.

Para cumplir con estos requisitos, cabe esperar que un explotador cree un grupo funcional que se encargue de coordinar las actividades de gestión de la fatiga en la organización. Tal grupo se refiere aquí como el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. Las funciones principales de dicho Grupo son:

- desarrollar y mantener la documentación del FRMS;
- gestionar los procesos de FRM (Capítulo 4);
- contribuir a los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5); y
- responsabilizarse de los procesos de promoción del FRMS (Capítulo 6).

Sin embargo, con el fin de garantizar que la gestión centrada en los riesgos asociados a la fatiga no da lugar a consecuencias indeseadas en la gestión del riesgo en general, algunas de las funciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga que se describen aquí pueden de hecho ser realizadas por el equipo del SMS u otros grupos funcionales. Independientemente de quién lleve a cabo estas funciones, el encargado de la reglamentación deberá observar y vigilar todas las funciones que se exigen a un FRMS.

La composición del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga debe reflejar la responsabilidad compartida entre los individuos y la gerencia incluyendo representantes de todos los grupos interesados (gestión, personal de programación, y miembros de la tripulación y/o sus representantes) y otras personas, según sea necesario para asegurar que el grupo cuenta con el acceso adecuado a los conocimientos científicos y médicos. Debe actuar con arreglo a unas atribuciones incluidas en la documentación FRMS y que especifiquen las líneas de responsabilidad entre el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y el SMS del explotador.

El tamaño y la composición del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga variarán según los diferentes explotadores, pero deben estar relacionados con el tamaño y la complejidad de las operaciones que contempla el FRMS, y con el nivel de riesgo asociado a la fatiga de esas operaciones. En los pequeños explotadores, una sola persona puede representar a más de un grupo de interés, por ejemplo, el jefe de pilotos también puede ser el principal planificador. En explotadores muy pequeños, puede incluso no designarse un Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, sino simplemente establecer unos puntos adicionales en el orden del día de la reunión de seguridad operacional, siempre y cuando todas las actividades de gestión de los riesgos asociados a la fatiga están documentadas. Las grandes líneas aéreas cuentan con departamentos especializados que interactúan con el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

Mientras que el encargado de la reglamentación podría considerar que las reuniones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga forman parte de sus actividades de vigilancia, no es necesario que participe en este grupo. El ente encargado de la reglamentación puede también desear revisar las actas y los resultados de dichas reuniones dentro de sus actividades de vigilancia continua (véase el Capítulo 9).

En el Apéndice 8, párrafo 1.2 f), también se exige que el explotador registre las desviaciones significativas de los tiempos de vuelo, períodos de servicio y períodos de descanso programados y reales, y los motivos por los que se anotaron las desviaciones. Como primera medida, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga u otra entidad apropiada de la organización, tendrá que identificar mediante un proceso de evaluación, las diferencias entre los períodos de vuelo, de servicio y de descanso programados y reales que se consideren significativas en el contexto de sus operaciones específicas.

Por ejemplo, las diferencias significativas identificadas pueden ser:

- para un par de ciudades en particular, toda ocasión en que el período de vuelo real exceda el planificado en 30 minutos;
- para un viaje en particular, toda ocasión en que el período de servicio real exceda el planificado en 60 minutos;
- para una escala en particular, toda ocasión en que el período de descanso se reduzca respecto al planificado en 60 minutos.

Como resultado de ello, las desviaciones significativas se deben utilizar como indicadores para ayudar a identificar los posibles peligros relacionados con la fatiga (lo cual se examina en el Capítulo 4) y también se pueden usar para supervisar el rendimiento del FRMS (Capítulo 5). Además, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga también se responsabilizará de establecer un proceso de seguimiento de tales desviaciones significativas y de documentar toda medida tomada posteriormente.

Tales definiciones tendrán que facilitarse al ente encargado de la reglamentación para su aceptación, y será importante que exista una comprensión clara entre el encargado de la reglamentación y el explotador de lo que constituye una desviación significativa. El encargado de la reglamentación también podrá utilizarlas para identificar criterios sobre requisitos de notificación.

#### **3.4.1 Ejemplo de atribuciones de un grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga**

Este ejemplo se ha diseñado para cubrir las necesidades de un gran explotador. No se trata de un patrón. No todas las rúbricas que aquí se sugieren serán necesarias para cada explotador. El encargado de la reglamentación tiene que estar seguro de que el explotador haya tenido en cuenta su perfil operacional y organizativo al decidir la composición del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, sus actividades y sus interacciones con otras partes de la organización del explotador.

**[nombre de la compañía] Atribuciones del Grupo de acción sobre riesgos  
de seguridad asociados a la fatiga (FSAG)**

**Objetivo**

El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga (FSAG) es el responsable de la coordinación de todas las actividades de gestión de los riesgos relacionados con la fatiga de [nombre de la compañía]. Ello incluye la responsabilidad de reunir, analizar y notificar los datos que facilitan la evaluación de los riesgos asociados a la fatiga entre los miembros de la tripulación de vuelo. El FSAG también se encarga de garantizar que el FRMS satisface los objetivos de seguridad definidos en la Política del FRMS, que cumple los requisitos reglamentarios y que informa al SMS a fin de facilitar la gestión de los riesgos de la seguridad operacional, en general. El FSAG existe para mejorar la seguridad operacional y no participa en actividades industriales.

**Atribuciones**

El FSAG responde directamente ante el Director general de operaciones de vuelo e informa a través del Departamento de seguridad operacional. Entre sus miembros habrá al menos un representante de los grupos siguientes: dirección, programación de horarios y miembros de la tripulación, e incluirá otros especialistas, según sea necesario.

Las tareas del FSAG son:

- elaborar, aplicar y supervisar procesos para la identificación de los peligros debidos a la fatiga;
- garantizar una amplia evaluación de los riesgos asociados a los peligros de la fatiga;
- elaborar, aplicar y supervisar los controles y las medidas de mitigación que se necesiten para gestionar los peligros debidos a la fatiga identificados;
- elaborar, aplicar y supervisar mediciones efectivas de la performance del FRMS;
- cooperar con el Departamento de seguridad operacional para desarrollar, aplicar y supervisar procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS, basándose en indicadores y objetivos convenidos de performance en cuanto a seguridad operacional;
- responsabilizarse del diseño, análisis y notificación de los estudios que miden la fatiga de los miembros de la tripulación, cuando dichos estudios sean necesarios para la identificación de peligros o para la supervisión de la eficacia de los controles y las medidas de mitigación (dichos estudios pueden subcontratarse en el exterior, pero el FSAG se encarga de asegurar que se realizan con arreglo a las normas éticas máximas, que cumplen los requisitos del FRMS y que son rentables);
- responsabilizarse del desarrollo, actualización e impartición de enseñanzas sobre el FRMS, así como del suministro de materiales de capacitación (estas actividades pueden subcontratarse en el exterior, pero el FSAG se encarga de asegurar que cumplen los requisitos del FRMS y que son rentables);
- garantizar que todo el personal pertinente recibe las enseñanzas y la instrucción adecuadas sobre el FRMS y que se llevan registros de dicha instrucción, como parte de la documentación de dicho FRMS;
- desarrollar y consolidar estrategias para la comunicación eficaz con todas las partes interesadas;
- garantizar que los miembros de la tripulación y los demás informantes reciben respuesta a sus informes de fatiga;
- comunicar los riesgos debidos a la fatiga y la performance del FRMS a la dirección superior;
- desarrollar y mantener el sitio Intranet del FRMS;
- desarrollar y mantener la documentación del FRMS;
- garantizar que el FRMS cuenta con el acceso adecuado a las experiencias científicas y médicas necesarias y que se documentan las recomendaciones formuladas por estos asesores especialistas, así como que se adoptan las medidas correspondientes;
- mantener a todos informados de los avances científicos y operacionales en materia de principios y prácticas de la gestión de los riesgos asociados a la fatiga;
- cooperar plenamente con el encargado de la reglamentación en relación con la auditoría del FRMS; y
- gestionar eficazmente los recursos del FRMS y responsabilizarse de ello.

El FSAG se reunirá mensualmente. Durante las reuniones se levantarán actas, las cuales se repartirán 10 días laborables después de cada reunión. El FSAG formulará una petición de presupuesto anual en [momento convenido del ciclo financiero] y un informe anual de todos los gastos.

---





## Capítulo 4. Procesos de la gestión de riesgos asociados a la fatiga (FRM)

### 4.1 INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS DE FRM

Este capítulo se centra en los pasos básicos para configurar los procesos de gestión de riesgos para la seguridad operacional de la FRM, que son muy similares a los procesos de gestión de riesgos para la seguridad operacional del SMS<sup>1</sup>. La principal diferencia es que los procesos del SMS están diseñados para hacer frente a todo tipo de riesgos. Los procesos de la FRM en un FRMS están diseñados específicamente para gestionar los riesgos relacionados con la fatiga de los miembros de la tripulación.

Los procesos de FRM (representados en el cuadro azul de la Figura 4-1) son una parte de las operaciones cotidianas del FRMS. Están diseñados para que el explotador pueda alcanzar los objetivos de seguridad operacional definidos en su política del FRMS y los gestiona el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

Procesos de FRM:

- identificar cuándo la fatiga constituye un peligro;
- evaluar el nivel de riesgo que representa un peligro de fatiga determinado; y
- si es necesario, implantar controles y estrategias de mitigación, y supervisarlas para asegurarse de que mantienen el riesgo en un nivel aceptable.

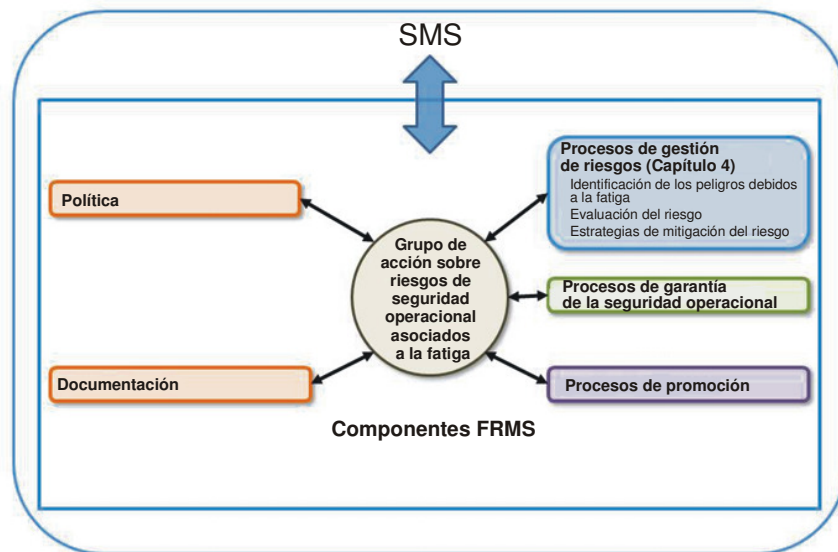


Figura 4-1 Vínculos entre los procesos de FRM y otros componentes del FRMS

<sup>1</sup> Véase el *Manual de gestión de la seguridad operacional*, de la OACI (Doc 9859).

Para ello, los procesos de FRM requieren distintos tipos de datos, lo que incluye: a) medidas de los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación; y b) medidas del desempeño operacional. Más adelante en este capítulo se describen ejemplos de estos tipos de medidas. La clave es elegir la combinación adecuada de medidas para cada operación incluida en el FRMS. No obstante, la simple recogida de datos no es suficiente. Han de utilizarse los análisis de datos para sustentar las decisiones adoptadas por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y otras entidades responsables del proceso de FRM y de la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5). Los requisitos de la OACI sobre los procesos de FRM figuran en el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, y son los siguientes:

## Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I

### 2. Procesos de gestión de riesgos asociados a la fatiga

#### 2.1 Identificación de los peligros

El explotador establecerá y mantendrá tres procesos fundamentales y documentados para identificar los peligros asociados a la fatiga:

2.1.1 *Proceso predictivo.* El proceso predictivo identificará los peligros asociados a la fatiga mediante el examen del horario de la tripulación y la consideración de factores que conocidamente repercuten en el sueño y la fatiga y que afectan al desempeño. Los métodos de análisis podrán incluir, sin carácter exclusivo, lo siguiente:

- a) experiencia operacional del explotador o de la industria y datos recopilados en tipos similares de operaciones;
- b) prácticas de programación de horario basadas en hechos; y
- c) modelos biomatemáticos.

2.1.2 *Proceso proactivo* El proceso proactivo identificará los peligros asociados a la fatiga en el contexto de las operaciones de vuelo en curso. Los métodos de análisis podrán incluir, sin carácter exclusivo, lo siguiente:

- a) notificación, por el individuo, de los riesgos asociados a la fatiga;
- b) estudios sobre fatiga de la tripulación;
- c) datos pertinentes sobre el desempeño de los miembros de las tripulaciones de vuelo y de cabina;
- d) bases de datos de seguridad operacional y estudios científicos disponibles; y
- e) análisis de la relación entre las horas previstas de trabajo y las horas de trabajo reales.

2.1.3 *Proceso reactivo.* El proceso reactivo identificará la contribución de los peligros asociados a la fatiga en los informes y sucesos relacionados con posibles consecuencias negativas para la seguridad operacional, a fin de determinar cómo podría haberse minimizado el impacto de la fatiga. Este proceso podrá iniciarse, como mínimo, a raíz de uno de los motivos que se indican a continuación:

- a) informes de fatiga;
- b) informes confidenciales;
- c) informes de auditoría;
- d) incidentes; y
- e) sucesos relacionados con el análisis de los datos de vuelo.

#### 2.2 Evaluación de los riesgos

2.2.1 El explotador elaborará e implantará procedimientos de evaluación de riesgos que permitan determinar la probabilidad y posible gravedad de los sucesos relacionados con la fatiga e identificar los casos en que se requiere mitigar los riesgos conexos.

2.2.2 Los procedimientos de evaluación de riesgos permitirán examinar los peligros detectados y vincularlos a:

- a) los procesos operacionales;
- b) su probabilidad;
- c) las posibles consecuencias; y
- d) la eficacia de las barreras y controles de seguridad operacional existentes.

2.3 Mitigación de los riesgos

El explotador elaborará e implantará procedimientos de mitigación de los riesgos que permitan:

- a) seleccionar estrategias de mitigación apropiadas;
- b) implantar estrategias de mitigación; y
- c) controlar la aplicación y eficacia de las estrategias.

La Figura 4-2 resume los pasos de los procesos de FRM. A continuación se describe cada paso con más detalle.

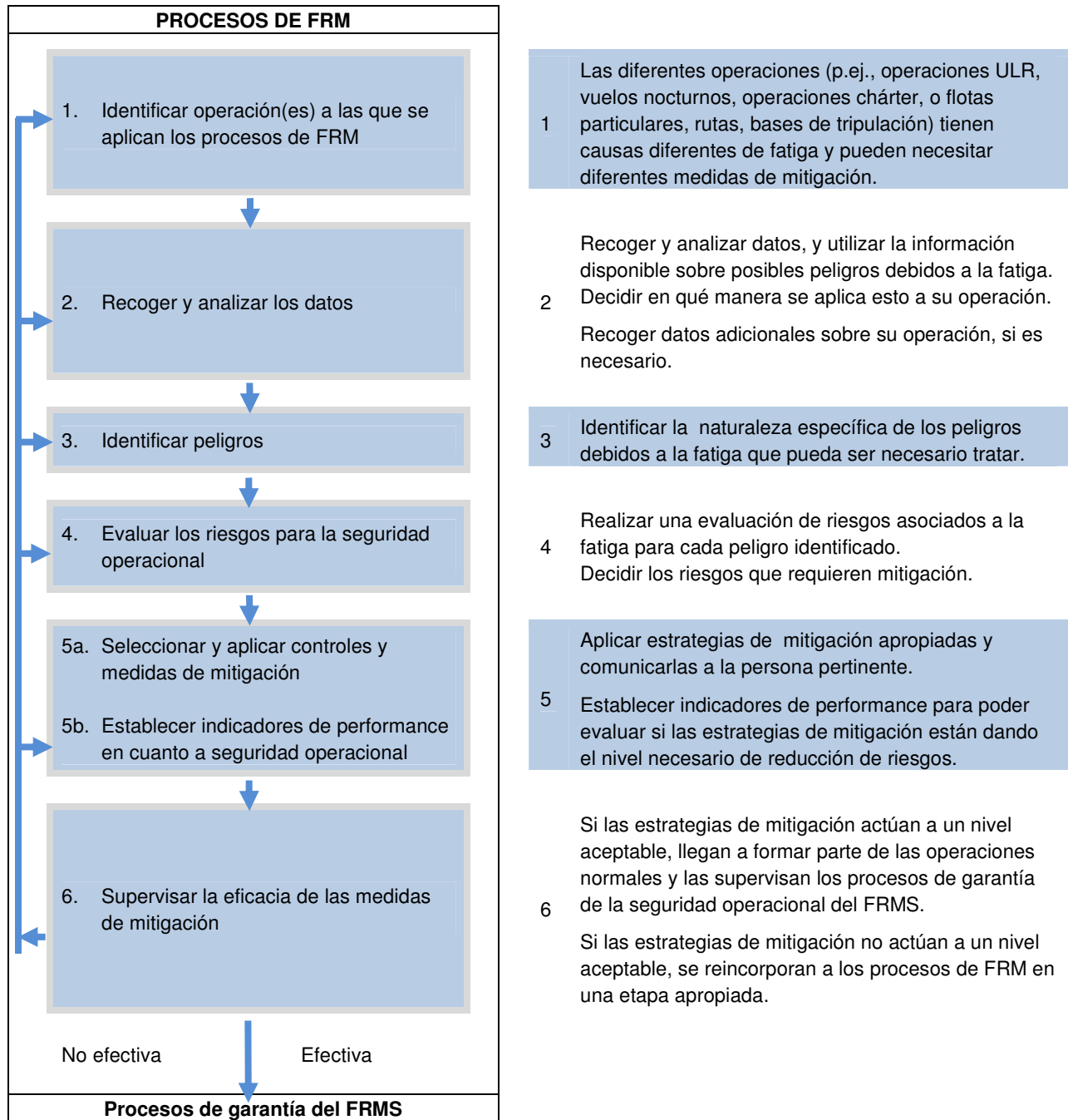


Figura 4-2 Procesos de FRM

## 4.2 ETAPA 1 DE LOS PROCESOS DE FRM: IDENTIFICAR LAS OPERACIONES CONTEMPLADAS

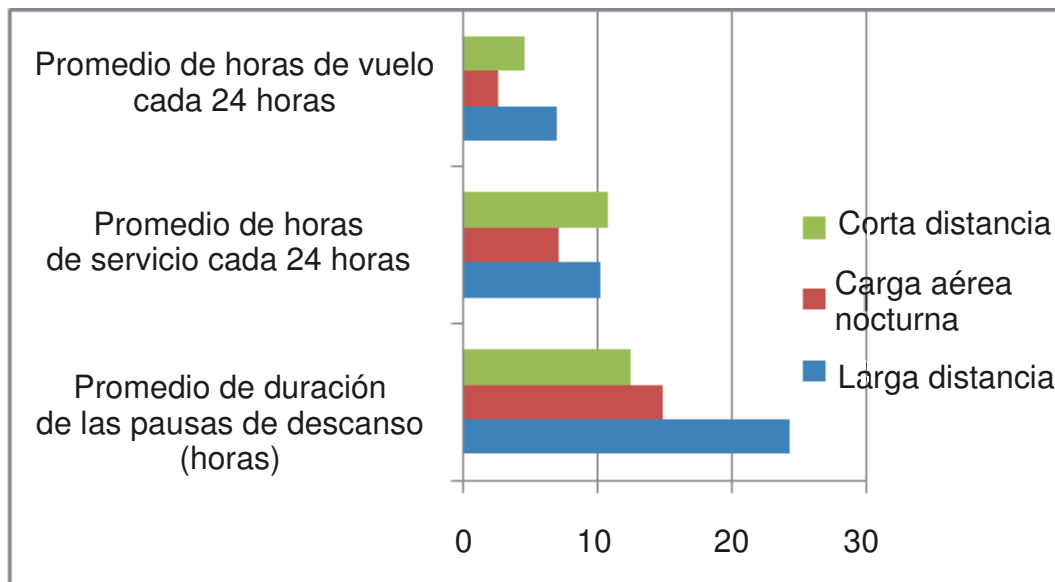
Para cumplir con las normas de la OACI sobre el FRMS, los Estados deben permitir al explotador elegir si va a utilizar dicho FRMS para gestionar los riesgos asociados a la fatiga en todas sus operaciones o solamente en tipos específicos de ellas (solamente una flota particular, sólo las operaciones ULR, etc.). Es importante que el explotador identifique claramente las operaciones a las que se aplica el FRMS.

Además, como se describe en el Capítulo 2, los diferentes tipos de operaciones de vuelo pueden implicar diferentes causas de fatiga del miembro de la tripulación y pueden requerir diferentes controles y estrategias para mitigar los riesgos correspondientes. Dentro de su FRMS, una organización puede necesitar desarrollar múltiples grupos de procesos de FRM diferentes para distintas operaciones. Estos procesos deben ser claramente identificables. Por otra parte, en algunos casos será posible incluir múltiples tipos de operaciones bajo un conjunto de procesos de FRM.

## 4.3 ETAPA 2 DE LOS PROCESOS DE FRM: RECOGER DATOS E INFORMACIÓN

En la Etapa 2, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga recopila los datos y la información necesaria para asegurarse de que se pueden identificar los posibles peligros asociados a la fatiga en las operaciones que se indican en los procesos de FRM. Para ello, el grupo tiene que tener una buena comprensión de los factores operacionales que pueden causar fatiga a los miembros de la tripulación.

Para ilustrar algunas de las consideraciones expuestas en relación con las diferentes operaciones, la Figura 4-3 compara los tiempos de vuelo y de actividad en operaciones diurnas de corta distancia, operaciones de carga aérea nocturna, y operaciones de larga distancia que se han estudiado en el Programa de Fatiga de la NASA<sup>2</sup>.



**Figura 4-3 Media de los períodos de vuelo, servicio y descanso en una muestra de operaciones diurnas de corta distancia, carga aérea nocturna nacional y operaciones de larga distancia**

<sup>2</sup> Gander P.H., Rosekind M.R., Gregory K.B., "Flight crew fatigue IV: a synthesis," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, Vol. 69(9), pp. B49-B60.

Las operaciones diurnas de corta distancia (tripulaciones de dos personas) eran las que más horas de servicio diarias tenían, realizaban en promedio de cinco vuelos diarios y disfrutaban los períodos de descanso más cortos. No obstante, atravesaban un máximo de una zona horaria cada 24 horas y las pausas de descanso se producían por la noche, durante la parte óptima para el sueño del ciclo del reloj corporal circadiano del miembro de la tripulación. Las causas principales identificadas de fatiga en este estudio científico eran:

- restricción del sueño debida a períodos de descanso cortos y horas tempranas de incorporación al servicio; y
- carga de trabajo elevada, volando múltiples sectores en espacios aéreos de gran densidad a lo largo de días de servicio prolongados.

Las operaciones nacionales de carga aérea nocturna (dos pilotos, un ingeniero de vuelo) tenían los períodos de servicio más cortos, con un promedio de tres vuelos por período de servicio, y disfrutaban de períodos de descanso más largos que los de las operaciones de corta distancia. También atravesaban un máximo de una zona horaria cada 24 horas. No obstante, los períodos de descanso de los miembros de la tripulación de carga aérea nocturna se producían durante el día y sus relojes corporales circadianos (a los que se seguía mediante los ritmos de la temperatura corporal) no se adaptaban a este esquema. Las causas principales de fatiga identificadas en este estudio científico eran:

- un sueño más corto y de menor recuperación durante el día; y
- la solicitud de trabajar de noche, en el punto del ciclo del reloj corporal circadiano en que la fatiga autopercebida y el estado general estaban al mínimo y cuando se requería un esfuerzo adicional para mantener la alerta y el desempeño.

Las operaciones de largo recorrido (dos pilotos, un ingeniero de vuelo) tuvieron largos períodos de servicio, pero con sólo un vuelo en promedio por período de servicio y se beneficiaron de los períodos más largos de descanso. Sin embargo, cada escala fue en una zona horaria diferente, con un máximo de ocho zonas horarias cruzadas en 24 horas. Los relojes corporales circadianos de los tripulantes (controlados por sus ritmos temperatura corporal) no se adaptaron a los cambios de zona horaria ni al patrón de servicio/descanso distinto de las 24 horas (con un promedio de diez horas de servicio y 25 horas de descanso). Las principales causas de fatiga identificadas en este estudio científico fueron:

- largos períodos de vigilia (promedio de 20,6 horas) asociados con días de servicio (no había a bordo instalaciones para descanso de la tripulación);
- en algunos vuelos, la necesidad de operar la aeronave en el momento del ciclo del reloj corporal circadiano en que la percepción de la fatiga y el estado de ánimo eran los peores, siendo preciso un esfuerzo adicional para mantener el estado de alerta y el rendimiento;
- división de los patrones de sueño y episodios cortos de sueño en las escalas (por lo general un poco de sueño en la noche local y otro poco en la noche del reloj corporal); y
- en algunos patrones de viaje, deriva del reloj corporal circadiano respecto a la zona del domicilio de los miembros de la tripulación. Como resultado de ello, para una plena recuperación completa después del viaje se necesitaba un tiempo adicional de readaptación circadiana.

Estos ejemplos ilustran un principio fundamental en el FRMS — que las limitaciones del tiempo de vuelo y de servicio no acaparan todas las causas de la fatiga, las cuales son diferentes en los distintos tipos de operaciones.

La Tabla 4-1 resume las diferentes causas de la fatiga relacionadas con el servicio identificadas en estos estudios, en todas las cuales intervienen vuelos ULR previstos con anterioridad y operaciones programadas. Cabría esperar que las muy largas jornadas de trabajo en las operaciones ULR causasen fatiga, pero los refuerzos de tripulación y la disponibilidad de instalaciones de descanso de la tripulación a bordo para dormir durante el vuelo constituyen estrategias importantes de mitigación. Las operaciones no programadas plantean especiales dificultades, ya que es difícil planificar el sueño cuando no se sabe cuándo se tiene que trabajar, o por cuánto tiempo.

Otras posibles causas de la fatiga relacionadas con el trabajo son:

- tareas adicionales realizadas justo antes de un vuelo o en puntos intermedios durante una serie de vuelos;
- tiempos totales de vuelo y de servicio elevados durante períodos especificados (por mes, por año), que incrementan el riesgo de fatiga acumulada;
- no poder tener un sueño adecuado de recuperación tras un viaje (o un conjunto de servicios consecutivos) antes del inicio del siguiente viaje; y
- otras tareas asociadas que pueda pedirse a los miembros de la tripulación que realicen antes o después del servicio, por ejemplo, actividades de instrucción, deberes administrativos, o carga y descarga de equipaje.

**Tabla 4-1 Resumen de las causas de fatiga relacionadas con el trabajo  
(a partir de 18 estudios sobre el terreno de la NASA)**

Causa del peligro de fatiga	Tipo de operaciones		
	Corta distancia nacional	Carga aérea nocturna nacional	Larga distancia
Sueño restringido debido a cortos períodos de descanso	X		
Sueño restringido debido a horas de incorporación tempranas	X		
Múltiples períodos de carga de trabajo intensa a lo largo del día de servicio	X		
Múltiples sectores	X	X	
Espacio aéreo de gran densidad	X		
Días de trabajo prolongados	X		X
Vigilia prolongada en los días de servicio			X
Carga de trabajo elevada durante el mínimo de la ventana circadiana		X	X
Períodos de sueño más cortos en momentos no adecuados del ciclo circadiano		X	X
Ruptura circadiana (debida a trabajo nocturno)		X	X
División de los patrones de sueño y pequeños episodios de sueño en las escalas		X	X
Ruptura circadiana (por atravesar múltiples zonas horarias)			X
Deriva circadiana (cambios en el patrón circadiano) tras jornadas prolongadas			X

*Nota.— Causas de fatiga identificadas en estos estudios particulares; no se trata de una lista exhaustiva.*

Cuando se establecen procesos FRM, no siempre es necesario que el explotador recopile nuevos datos para la Etapa 2. Puede ser posible identificar posibles peligros debidos a la fatiga sobre la base de la información y la experiencia operacional obtenida en otros tipos similares de operaciones del explotador o de otros transportistas, o a partir de estudios científicos publicados sobre la fatiga en operaciones similares. Esto se ilustra al final del capítulo en el ejemplo sobre la forma de establecer procesos FRM para una nueva ruta ULR.

Para las rutas existentes transferidas al FRMS, pueden analizarse los datos ya recogidos de manera sistemática por el explotador para ayudar a identificar los peligros asociados a la fatiga, por ejemplo, los relativos a la utilización de la discreción del comandante, la puntualidad, las transgresiones de las reglas prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio, el grado de ausencias por enfermedad, y la utilización del modo de espera, o las Notificaciones sobre seguridad aeronáutica (ASR) que mencionan la fatiga. Cabe señalar que se trata de un requisito de los SARPS del FRMS (Apéndice 8 del Anexo 6, Parte I, 1,2 g) por el que el explotador recopila datos sobre desviaciones significativas de los tiempos de vuelo programados y reales y sobre períodos de servicio, junto con las razones de estas desviaciones significativas (examinado previamente en el Capítulo 3).

Una vez que los procesos de FRM entran en pleno funcionamiento, la recogida de datos y el análisis pasan a formar parte del día a día de la función del explotador, de forma que hay una serie de datos que estarán disponibles de oficio para la Etapa 2. Además, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede en ocasiones decidir llevar a cabo recogidas de datos no rutinarias a fin de comprender mejor ciertos peligros específicos debidos a la fatiga (por ejemplo, un estudio aislado de la fatiga en una base de tripulación, o un estudio de seguimiento específico en una ruta en la que la fatiga es motivo de preocupación). En las secciones siguientes y en el Apéndice A se describen los diferentes tipos de información y de datos que pueden recogerse.

#### 4.4 ETAPA 3 DE LOS PROCESOS DE FRM: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

El Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, exige a un explotador que desarrolle, mantenga y documente tres tipos de procesos para la identificación de los peligros derivados de la fatiga:

1. procesos predictivos;
2. procesos proactivos; y
3. procesos reactivos.

En todos estos procesos se recogen diversos tipos de información y datos para seguir continuamente los niveles del riesgo asociado a la fatiga en la(s) operación(es) que contempla el FRMS. Estos procesos permiten al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga adoptar decisiones a partir de los datos "basándose en principios y conocimientos científicos y en mediciones", tal como se indica en la definición del FRMS de la OACI.

Tal como se ha mencionado, intervienen diversos tipos de datos, incluidas las medidas de desempeño operacional que los explotadores conocen y las mediciones de los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación, lo cual será menos familiar para la mayoría de los explotadores. En las secciones siguientes y en el Apéndice A se dan orientaciones sobre la medición de la fatiga en los miembros de la tripulación. La interpretación de los datos sobre la fatiga de la tripulación también requiere experiencia. En algunas ocasiones, puede ser conveniente que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga recabe asesoría científica exterior en esta materia. Sin embargo, también es posible que un explotador desarrolle los conocimientos especializados en la recogida y análisis de datos sobre la fatiga. En ello interviene generalmente un "campeón de la fatiga" que está interesado y motivado para desarrollar ciertas aptitudes necesarias. Al evaluar la necesidad y el nivel de asesoramiento de los expertos debe tenerse en cuenta la complejidad de las operaciones y el nivel del riesgo asociado a la fatiga.

##### 4.4.1 Procesos predictivos de identificación de los peligros

En un FRMS, la identificación predictiva de los peligros se centra en el establecimiento de horarios de la tripulación y de las condiciones que tengan en cuenta los factores conocidos que afectan al sueño y a la fatiga, con el fin de reducir al mínimo sus efectos posibles futuros. En el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, se enumeran tres posibles formas de hacerlo: a) la experiencia anterior (del explotador o de otras personas de la industria); b) las prácticas de programación de horarios basadas en hechos; y c) los modelos biomatemáticos.

**a) Experiencia previa**

La experiencia colectiva de los administradores, planificadores y miembros de la tripulación es una fuente importante de información para la identificación de los aspectos de una propuesta de programación de horarios que pueda conllevar un aumento de la fatiga. Por ejemplo, los miembros de la tripulación pueden reconocer un destino en particular en una propuesta de programa como generador de un alto nivel de fatiga, dada su experiencia anterior de retrasos habituales causados por el tráfico intenso. Los programadores saben que en una pareja determinada de ciudades se excede regularmente el tiempo previsto de vuelo. Cuando el ruido es un problema conocido, la administración puede organizar para la tripulación la permanencia en otro hotel.

Se deben utilizar fuentes diversas de información. Para las operaciones actuales, puede ya disponerse de la información sobre los horarios y puede analizarse para detectar posibles peligros de fatiga. Como ejemplos están la discreción del comandante, la puntualidad, las transgresiones de las reglas prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio, la utilización del modo de espera, las notificaciones sobre seguridad aeronáutica (ASR) y los informes de los niveles de fatiga.

Cuando las demandas operacionales varían, basarse en la experiencia previa puede ser insuficiente. La programación de horarios basada únicamente en la experiencia anterior no puede dar las soluciones más sólidas o innovadoras para las nuevas situaciones. También puede ser importante recopilar datos sobre los niveles reales de fatiga de la tripulación, para comprobar si las lecciones extraídas de la experiencia anterior siguen siendo válidas en el nuevo contexto.

Otra forma de identificar los riesgos de fatiga relacionados con la programación, para las rutas existentes o nuevas, es la búsqueda de información sobre rutas similares. Dicha información podría incluir informes de incidentes e informes de la tripulación sobre la fatiga, o la investigación científica publicada y otras informaciones disponibles en rutas similares que hayan volado otros explotadores. El grado de confianza que pueda depositarse en este enfoque depende directamente del grado de similitud de estas otras operaciones con la operación en la que se está tratando de identificar los riesgos de fatiga (véase el ejemplo de operación ULR al final de este capítulo).

**b) Prácticas de programación de horarios basada en hechos**

El valor de la experiencia se puede mejorar cuando la ciencia de la fatiga también se aplica en la determinación de los horarios. Esto significa tener en cuenta factores tales como la dinámica de la pérdida y la recuperación del sueño, el reloj biológico circadiano, y el efecto de la carga de trabajo en la fatiga, junto a las necesidades operacionales. Dado que los efectos de la pérdida de sueño y la fatiga son acumulativos, la programación de horarios basada en hechos debe abordar tanto los viajes individuales (varios períodos de servicio sucesivos sin ampliación del tiempo libre), y los viajes sucesivos siguiendo listas o propuestas mensuales. A continuación se ofrecen ejemplos de los principios de programación de carácter general basados en la ciencia de la fatiga:

- El calendario perfecto para el cuerpo humano es el de servicio durante el día con el sueño sin restricciones por la noche. Todo lo demás es un compromiso.
- El reloj circadiano del cuerpo no se adapta completamente a los horarios alterados, tales como el de trabajo nocturno. Se adapta progresivamente a una nueva zona horaria, pero la adaptación completa generalmente toma más tiempo que las 24 a 48 horas de la mayoría de escalas.
- Cada vez que un período de servicio se superpone al sueño habitual de un miembro de la tripulación, cabe esperar que se restrinja el sueño. Como ejemplos de ello están las horas tempranas de inicio del servicio, las de fin de servicio tardías y el trabajo nocturno.
- Cuanto más tiempo se superpone el período de servicio al sueño habitual de un miembro de la tripulación, menos horas de sueño tendrá probablemente dicho miembro de la tripulación. El trabajo a lo largo del período de sueño habitual nocturno es el peor de los casos.



- El trabajo nocturno también exige trabajar durante el ciclo del reloj corporal circadiano cuando la auto-percepción de la fatiga y el estado anímico son peores, y se requiere un esfuerzo adicional para mantener el estado de alerta y el desempeño.
- En varios períodos consecutivos de servicio con sueño restringido, los miembros de la tripulación acumularán sueño atrasado e irá en aumento el deterioro debido a éste.
- Para recuperarse de la pérdida de sueño atrasado, los miembros de la tripulación necesitan un mínimo de dos noches completas seguidas de sueño, estando completamente adaptados a la zona horaria local. La frecuencia de los períodos de descanso debe estar relacionada con la tasa de acumulación de sueño atrasado.

Este tipo de principios puede utilizarlos un revisor experto, por ejemplo, un programador capacitado en identificación de peligros debidos a la fatiga, o el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, para desarrollar reglas de planificación basadas en hechos. La base científica de las reglas de programación debe figurar en la documentación del FRMS. Este enfoque puede validarse mediante el control de los niveles notificados o estimados de fatiga a lo largo de los programas utilizando las herramientas que se describen a continuación y los datos del Apéndice A. A su vez, se pueden utilizar datos de validación para refinar y mejorar las normas de programación de horarios basadas en hechos para una operación.

### **c) Modelos biomatemáticos**

Los modelos biomatemáticos empezaron siendo programas de computadora utilizados por los científicos para poner a prueba su comprensión real de la forma en que ciertos factores tales como la falta de sueño, los ritmos circadianos, y la carga de trabajo interactuaban para afectar al estado de alerta y al desempeño humanos. El proceso de modelado se inicia tratando de escribir un programa que pueda simular un "conjunto de datos experimentales", por ejemplo, la fatiga autopercebida y el desempeño medido durante un experimento en el laboratorio sobre la pérdida de sueño. Si ello funciona, se utiliza entonces el modelo para predecir una situación diferente. Los datos se recogen en esta nueva situación ("conjunto de datos de validación") y se prueban las predicciones del modelo con los datos nuevos.

La modelización científica es un proceso de mejora continua. Los modelos biomatemáticos se consideran herramientas científicas incompletas y transitorias. En la práctica científica, los científicos continúan diseñando nuevos experimentos para tratar de averiguar dónde fallan sus modelos. De esta manera, determinan dónde su comprensión actual es incompleta o posiblemente incorrecta. (Es ésta una manera mucho más eficiente de aumentar el conocimiento científico que realizando experimentos aleatorios).

Se han comercializado y se siguen comercializando diversos modelos biomatemáticos, como herramientas para la predicción de los riesgos debidos a la fatiga relacionados con la programación de horarios. Asimismo, hay varios modelos de dominio público. Si se utilizan adecuadamente, estos modelos pueden ser herramientas útiles en el FRMS, ya que es difícil visualizar las interacciones dinámicas entre procesos tales como la pérdida y la recuperación del sueño o el reloj biológico circadiano. Para utilizar correctamente los modelos se requiere una cierta comprensión de lo que se puede y no se puede predecir. Una cuestión importante acerca de cualquier modelo es si se ha validado con datos de fatiga de operaciones similares a las que se está interesado.

Los modelos actualmente disponibles:

- predicen niveles promedio de fatiga de un grupo y no niveles de fatiga de miembros individuales de tripulación;
- no tienen en cuenta el efecto de la carga de trabajo o los factores estresantes personales y laborales que pueden afectar a los niveles de fatiga;
- no pueden tener en cuenta los efectos de las estrategias de mitigación personales u operativas que puedan o no utilizar los miembros de la tripulación (consumo de cafeína, ejercicio, mejora de las instalaciones de descanso, etc.);

- no predicen el riesgo para la seguridad operacional que los miembros de la tripulación fatigados representan en una operación en particular, es decir, no son un sustituto de la evaluación de riesgos (Etapa 4 en los procesos de FRM; véase más adelante). Varios modelos disponibles tratan de predecir el riesgo para la seguridad operacional refundiendo los datos de seguridad de una serie de operaciones en las diferentes industrias, pero aún no se ha validado su aplicabilidad a las operaciones de vuelo.

La utilización más fiable de los modelos actualmente disponibles es, probablemente, la de predicción de los niveles relativos de fatiga. ¿Es probable que el peligro asociado a la fatiga sea mayor en este horario que en el otro? Sin embargo, al tomar decisiones sobre el diseño del programa, las predicciones del modelo no deben utilizarse sin referencia a la experiencia operacional. Por otro lado, los datos recogidos en el curso de los procesos de FRM podrían constituir un buen recurso para mejorar el rendimiento de los modelos biomatemáticos, si los diseñadores de modelos se ajustan a criterios de mejora continua.

Véase que el Apéndice 8 del Anexo 6, Parte I, establece que los métodos de predicción del riesgo de fatiga **podrán incluir, sin carácter exclusivo**: la experiencia operacional del explotador o de la industria y los datos recopilados en tipos similares de operaciones, las prácticas de programación de horario basadas en hechos, y los modelos biomatemáticos. En otras palabras, ninguno de estos métodos es necesario, y pueden utilizarse otros.

#### 4.4.2 Procesos proactivos de identificación de los peligros

En un FRMS, los procesos proactivos de identificación de los peligros se centran en el seguimiento de los niveles de fatiga en una operación. Dado que el deterioro relacionado con la fatiga afecta a múltiples aptitudes y tiene diversas causas, no existe una medida única que dé una visión total del nivel real de la fatiga de un miembro de la tripulación, y se precisan múltiples fuentes de datos.

Para decidir qué tipo de datos se han de recoger, lo más importante a considerar es el nivel previsto de riesgo de fatiga. En otras palabras, llevar a cabo una recogida de datos intensiva con múltiples medidas en una ruta donde se espera que el riesgo relacionado con la fatiga sea mínimo, no es una buena utilización de los recursos escasos. Se deben destinar recursos a las operaciones donde se espera que el riesgo sea más alto.

#### **La importancia de la colaboración**

El Apéndice 8 del Anexo 6, Parte I, establece que la política de FRMS de un explotador "reflejará la responsabilidad compartida de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina, y otros miembros del personal que participen". Los encargados de la reglamentación tendrán que ver pruebas de esta responsabilidad compartida.

El éxito de los procesos proactivos (y del FRMS) depende de la voluntad de los miembros de la tripulación para seguir participando en la recopilación de datos. Por eso es **importante** tener en cuenta las demandas que imponen a los tripulantes los diferentes tipos de recopilación de datos relacionados con la fatiga (por ejemplo, medidas tales como rellenar un cuestionario una vez, llevar un diario de sueño/servicio y llevar un dispositivo simple para observar el sueño todos los días antes, durante y después de un viaje, realizar múltiples pruebas de desempeño y evaluaciones de fatiga a lo largo de los vuelos).

La voluntad de los miembros de la tripulación **para** participar también reflejará el nivel de comprensión de sus funciones y responsabilidades en el FRMS y su confianza en que la finalidad de la recogida de datos redundará en la mejora de la seguridad operacional. La recopilación de datos relacionados con la fatiga puede conllevar la supervisión de los miembros de la tripulación, tanto en servicio como fuera de él, ya que los niveles de fatiga en servicio se ven afectados por los patrones de sueño anteriores y por las actividades de vigilia fuera de las horas de trabajo. Hay consideraciones éticas en torno a temas como la privacidad de los miembros de la tripulación, la confidencialidad de los datos, y si los tripulantes son realmente libres de negarse a participar (la participación voluntaria es un requisito en los estudios científicos con seres humanos). Muchos países cuentan con una legislación específica en torno a la privacidad y las responsabilidades laborales en materia de seguridad que puede ser necesario considerar, además de las condiciones especificadas en los convenios laborales.

El Apéndice 8 enumera cinco posibles métodos de identificación proactiva de riesgos asociados a la fatiga:

- a) notificación por el individuo de los riesgos asociados a la fatiga;
- b) encuestas sobre fatiga de la tripulación;
- c) datos pertinentes sobre el desempeño de los miembros de las tripulaciones de vuelo;
- d) bases de datos de seguridad operacional y estudios científicos disponibles; y
- e) análisis de la relación entre las horas previstas de trabajo y las horas de trabajo reales.

En las secciones siguientes se describe cada uno de estos métodos con cierto detalle. Debe señalarse que se trata de opciones. **No todos ellos son necesarios todo el tiempo.**

#### *a) Notificación por el individuo de los riesgos asociados a la fatiga*

Los informes de los miembros de la tripulación, sobre niveles elevados de fatiga o de problemas de desempeño relacionados con la fatiga son vitales para mantener informado al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga acerca de los peligros de fatiga en las operaciones cotidianas. Una serie de informes de fatiga en una ruta en particular puede ser el desencadenante de una mayor investigación por parte de dicho Grupo.

Un sistema eficaz de información de la fatiga exige una cultura eficaz de notificación<sup>3</sup>. Necesita:

- utilizar formularios fáciles de acceso, cumplimentación y envío;
- tener reglas fácilmente comprensibles sobre confidencialidad de la información comunicada;
- establecer límites claramente comprensibles de protección de la notificación voluntaria;
- incluir análisis regulares de los informes; y
- ofrecer retroinformación regular a los miembros de la tripulación sobre las decisiones o medidas adoptadas a partir de los informes y la experiencia adquirida.

Los formularios de informe de fatiga (ya sea en papel o en formato electrónico) deben incluir información sobre el historial reciente de sueño y servicio (el mínimo debe ser de los últimos tres días), la hora del día del evento, y las mediciones de los diferentes aspectos del deterioro relacionado con la fatiga (por ejemplo, los grados validados de alerta o somnolencia). También deben tener espacio para el comentario escrito, de manera que la persona informante pueda explicar el contexto del evento y dar su opinión de por qué sucedió. En el Apéndice A figura un ejemplo de formulario de informe de fatiga.

#### *b) Estudios sobre fatiga de la tripulación*

Los estudios sobre fatiga de la tripulación responden a dos tipos básicos:

1. estudios retrospectivos que preguntan a los miembros de la tripulación acerca de su sueño y fatiga en el pasado. Pueden ser relativamente extensos y se cumplimentan generalmente sólo una vez, o a intervalos de tiempo prolongados (por ejemplo, una vez al año); y

---

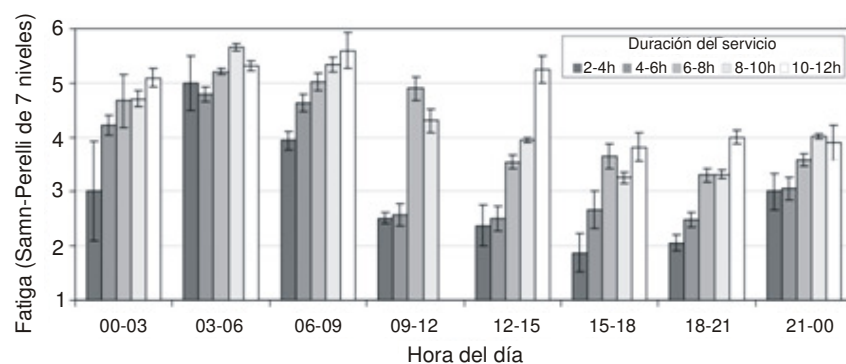
<sup>3</sup> Véase *Manual de gestión de la seguridad operacional*, de la OACI (Doc 9859).

- estudios prospectivos que preguntan a los miembros de la tripulación acerca de su sueño y fatiga en el presente. Por lo general son breves y suelen cumplimentarse varias veces para controlar la fatiga a lo largo de un período de servicio, viaje o ciclo. Por lo general, incluyen medidas como niveles de somnolencia, fatiga y estado anímico.

El Apéndice A describe algunas medidas normalizadas de la fatiga y la somnolencia (escalas de evaluación) que se pueden utilizar para los estudios retrospectivos y otras que pueden utilizarse para el seguimiento prospectivo. Estas escalas se han validado y se utilizan ampliamente en las operaciones de la aviación. La utilización de escalas normalizadas permite al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga comparar los niveles de fatiga entre operaciones (de su propio explotador o de otros), a través del tiempo, y con datos de estudios científicos. Esto puede ser útil para la adopción de decisiones acerca de los casos en que los controles o mitigaciones son más necesarios.

Las encuestas de fatiga entre la tripulación se pueden centrar en una operación o circunstancia particular. Por ejemplo, una serie de informes de fatiga en un viaje particular puede ser el desencadenante para que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga realice una encuesta entre todos los miembros de la tripulación de ese viaje (retrospectiva o prospectiva) con objeto de ver la extensión del problema. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga también puede realizar un estudio (retrospectivo o prospectivo) para obtener retroinformación de los miembros de la tripulación sobre los efectos de un cambio de horario.

Las encuestas también pueden ser más generales, por ejemplo, ofreciendo una visión general de la fatiga en toda la flota de una aeronave particular o una operación. La Figura 4-4 muestra un análisis de los efectos de la hora del día y la duración del servicio en los grados de fatiga, en lo alto del descenso (utilizando la escala de fatiga de Samn Perelli — véase el Apéndice A). Estos datos provienen del FRMS de Air New Zealand y se componen de 3 181 evaluaciones tomadas a lo largo de un período de tres meses, al final de días de servicio de uno a dos tramos de corta distancia que se quedaron en la zona del domicilio de los miembros de la tripulación (tripulaciones de dos personas)<sup>4</sup>. Para los períodos de actividad de corta duración (dos a cuatro horas) hay una clara variación de la hora del día en que los miembros de la tripulación se sienten cansados en lo alto del descenso, con un promedio superior entre las 03:00 y las 06:00 y un promedio inferior entre las 15:00 y las 18:00 horas. Por el contrario, al final de largos períodos de actividad (10 a 12 horas), los índices de fatiga siguen siendo elevados de 00:00 a 09:00, y hay un segundo máximo de fatiga entre las 12:00 y las 15:00. Estos valores muestran una interacción entre la fatiga del tiempo dedicado a la tarea (tiempo de servicio) y el ciclo diario del reloj biológico circadiano. Además, los miembros de la tripulación que están al final de un período de 10 a 12 horas de servicio, entre las 12:00 y las 15:00, habrán visto restringido su sueño por una incorporación temprana al servicio.



**Figura 4-4 Efectos de la hora del día y de la duración del servicio en los grados de fatiga en lo alto del descenso, en operaciones de corta duración a lo largo de un período de tres meses**

<sup>4</sup> Powell D., Spencer M.B., Holland D., Petrie K.J., "Fatigue in two-pilot operations: implications for flight and duty time limitations," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2008, Vol. 79, pp. 1 047-50.

En comparación con otros tipos de seguimiento de la fatiga, los estudios de fatiga entre la tripulación pueden llevarse a cabo con relativa rapidez y a bajo costo, para dar una "instantánea" de los niveles subjetivos de fatiga y sus posibles causas. Si un alto porcentaje de miembros de la tripulación participa en una encuesta (lo ideal es que sea más del 70 por ciento), se obtiene una imagen más representativa de la gama de niveles de fatiga y opiniones subjetivas de todo el grupo. Dado que la información recogida en las encuestas es **subjetiva** (registros y opiniones de los tripulantes), la obtención de una imagen representativa puede ser importante para orientar las decisiones y actuaciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

### c) Datos pertinentes sobre el desempeño de las tripulaciones

Las mediciones del desempeño ofrecen datos objetivos que se pueden utilizar para complementar los datos subjetivos recogidos en los informes de fatiga y las respuestas del estudio. En la actualidad, existen tres enfoques principales para observar el desempeño de un miembro de la tripulación: 1) pruebas simples desarrolladas en el laboratorio que miden aspectos del desempeño de un individuo (por ejemplo, tiempo de reacción, vigilancia, memoria a corto plazo); 2) análisis de datos de vuelo (FDA), donde se examina la relación entre los elementos identificados de performance de la aeronave y de desempeño de los pilotos; y 3) si se ha entrenado a observadores en el puesto de pilotaje, calificación del desempeño de los miembros de la tripulación en dicho puesto (por ejemplo, un auditoría de seguridad operacional específica de la línea aérea).

Para el seguimiento de los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación *durante una operación*, el primer enfoque es actualmente el más práctico. En la investigación científica se utilizan diversas pruebas de desempeño objetivas. Los elementos a considerar al elegir una prueba de desempeño para medir la fatiga de los miembros de la tripulación son los siguientes.

1. ¿Cuánto tiempo dura la prueba? ¿Puede completarse en varios momentos (por ejemplo, en la sala de operaciones durante los preparativos del vuelo, cerca del tope del ascenso, cerca de lo alto del descenso, y tras el vuelo antes de desembarcar del avión), sin comprometer la capacidad de un miembro de la tripulación para cumplir con los requisitos del servicio?
2. ¿Se ha validado? Por ejemplo, ¿Se ha demostrado la sensibilidad a los efectos de la pérdida de sueño y del ciclo del reloj corporal circadiano en condiciones experimentales controladas?
3. ¿Sirve la prueba para predecir las tareas más complejas, como por ejemplo, el desempeño de la tripulación en un simulador de vuelo? (Lamentablemente, en la actualidad hay muy poca investigación que aborde esta cuestión).
4. ¿Se ha utilizado en otras operaciones de aviación, y se dispone de datos para comparar los niveles de fatiga entre operaciones?

En el Apéndice A se describe una prueba de desempeño utilizada habitualmente para medir la fatiga de los miembros de la tripulación – La tarea de alerta psicomotriz – *Psychomotor Vigilance Task*, o PVT<sup>5</sup>.

Hay un gran interés en encontrar formas de vincular los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación con datos del FDA, en particular durante la aproximación y el aterrizaje. Los datos del FDA ofrecen la ventaja de que se recogen regularmente y que atañen a la seguridad del vuelo. La dificultad es que hay muchos factores que contribuyen a desviar los parámetros de vuelo previstos. Para utilizar datos del FDA como indicador de la fatiga de los miembros de la tripulación habría que dar prueba de cambios congruentes en los datos del FDA que están vinculados con fiabilidad a otros indicadores de la fatiga de los miembros de la tripulación (por ejemplo, la pérdida de sueño en las últimas 24 horas, el momento del ciclo del reloj corporal circadiano). Se está investigando en esta materia.

---

5 Balkin T.J., Bliese P.D., Belenky G., y otros, "Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment," *Journal of Sleep Research*, 2004, Vol. 13, pp. 219-27.

La utilización de observadores entrenados en el puesto de pilotaje para valorar el desempeño de los miembros de la tripulación en dicho puesto es muy laboriosa y costosa. La presencia de un observador también puede tener un efecto de alerta y plantea nuevas exigencias a los miembros de la tripulación. Estos factores actualmente limitan la utilidad de este método para la identificación proactiva del riesgo de fatiga en un FRMS.

#### *d) Bases de datos de seguridad operacional y estudios científicos disponibles*

Puede disponerse de orientación más general sobre los riesgos de fatiga en bases de datos de seguridad operacional externas, tales como las Notificaciones de seguridad aeronáutica (ASR) y los informes obligatorios sobre sucesos (MOR) que mantienen las autoridades de seguridad, o en bases de datos de organizaciones de compañías aéreas o instituciones de investigación. Dado que los eventos que afectan a la seguridad son relativamente poco frecuentes, las bases de datos que los recopilan y analizan son una importante fuente adicional de información que complementa la evaluación directa de los niveles de fatiga en la(s) operación(es) que contempla el FRMS.

Se ha realizado una gran investigación científica sobre la fatiga de los miembros de la tripulación en las operaciones de vuelo. Parte de ella puede hallarse en la web; por ejemplo, muchos estudios del programa Fatigue Countermeasures Program de la NASA se pueden descargar gratuitamente desde: [http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/fcp/FCP\\_pubs.html](http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/fcp/FCP_pubs.html).

Esta clase de investigación tiende a ser costosa y laboriosa y no todos los tipos de operaciones de la aviación se han estudiado en profundidad. El valor especial de estos estudios radica en la utilización de enfoques científicos más rigurosos, lo que aumenta la fiabilidad de sus resultados. El nivel de detalle en algunos estudios puede ser mayor de lo necesario para la identificación proactiva de los peligros asociados a la fatiga. Sin embargo, la mayoría de los informes y documentos publicados tienen resúmenes o extractos que describen las principales conclusiones.

#### *e) Análisis de la relación entre las horas previstas de trabajo y las horas de trabajo reales*

La planificación de los horarios y turnos basada en la ciencia de la fatiga, así como los requisitos operacionales permiten la identificación predictiva de los riesgos de fatiga (Sección 4.4.1 anterior). Sin embargo, numerosas circunstancias imprevistas pueden provocar cambios en los horarios planificados, por ejemplo, las condiciones meteorológicas, la ceniza volcánica, ciertos problemas técnicos inesperados, o las enfermedades de los miembros de la tripulación. La fatiga de los miembros de la tripulación se refiere a la de los que realmente están volando, no a la de los que se ha previsto que vuelen. Así, otro enfoque proactivo para identificar los riesgos asociados a la fatiga es analizar los horarios reales y las listas de otros elementos, tales como la puntualidad, la prolongación de los límites de tiempo de vuelo y de servicio especificados en el FRMS, y la manipulación de los horarios por alguno de los miembros de la tripulación.

#### *Seguimiento del sueño de los miembros de la tripulación*

Dada la importancia fundamental de la pérdida y la recuperación del sueño en la dinámica de la fatiga de los miembros de la tripulación, otro método valioso y de uso común para la identificación proactiva de los riesgos asociados a la fatiga es el seguimiento del sueño.

El sueño se puede observar de diversas maneras, todas las cuales tienen ventajas y desventajas (para más detalles, véase el Apéndice A).

- El método más simple y más barato de seguimiento del sueño es que los miembros de la tripulación cumplimenten un diario cotidiano de sueño, antes, durante y después del (de los) viaje(s) en estudio. Normalmente se les pide que registren cuándo duermen, y que evalúen la calidad de su sueño, tan pronto como sea posible tras despertarse. Se puede hacer con un diario en papel o con un dispositivo electrónico, tal como un asistente personal de datos (PDA).
- Se puede obtener una medida más objetiva de los patrones de sueño y vigilia mediante la supervisión continua del movimiento utilizando un "actígrafo". Este es un dispositivo de tipo reloj de pulsera que se lleva continuamente (excepto en la ducha o el baño). Se registran periódicamente (normalmente cada minuto) los datos sobre la

intensidad de los movimientos y se descargan en una computadora después de varias semanas, para su posterior análisis. Como los actígrafos no son baratos (todavía), sólo suele controlarse de esta manera el sueño de una muestra de miembros de la tripulación en un viaje determinado. Los sistemas actuales requieren también una persona capacitada para procesar y analizar los datos.

- En casos excepcionales, en los que el riesgo de la fatiga prevista es elevado o incierto (por ejemplo, en nuevos tipos de operaciones), pueden utilizarse registradores polisomnográficos portátiles para seguir el sueño tanto en vuelo como durante escalas. Esto conlleva la aplicación de electrodos en el cuero cabelludo y la cara para registrar señales eléctricas procedentes del cerebro (electroencefalograma o EEG), de los movimientos oculares (electro-oculograma o EOG) y de los músculos de la barbilla (electromiograma o EMG). La polisomnografía es el método "de oro" para evaluar la calidad y la cantidad del sueño, pero es relativamente invasivo para los participantes y costoso, tanto en términos de equipo como porque requiere la evaluación manual y el análisis a cargo de un técnico capacitado.

#### *Selección de las medidas de la fatiga de los miembros de la tripulación*

Se acaban de describir varias opciones para la evaluación de los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación a fin de identificar los riesgos asociados a la fatiga. El Apéndice 8 deja claro que se pueden utilizar los cinco métodos enumerados — no dice que deban utilizarse o que no se puedan utilizar otros métodos. Los puntos generales indicados a continuación tienen por objeto ayudar a los entes encargados de la reglamentación a determinar si los explotadores están utilizando las medidas adecuadas para el propósito adecuado.

1. La degradación relacionada con la fatiga afecta a múltiples aptitudes y tiene diversas causas, por lo que no hay ninguna medida única que dé una visión total del nivel real de la fatiga de un miembro de la tripulación.
2. Lo más importante a considerar en la elección de las mediciones de la fatiga es el nivel esperado de riesgo de fatiga. Todas las medidas requieren recursos (financieros y humanos) para la recogida de datos y el análisis. Los escasos recursos para identificar los riesgos asociados a la fatiga y ayudar al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga a establecer prioridades sobre cuándo son más necesarios los controles o las medidas de mitigación, se han de utilizar con eficacia.
3. Se puede seleccionar un conjunto básico de medidas para el seguimiento regular. Por ejemplo, pueden utilizarse los informes sobre fatiga de la tripulación y los análisis regulares sobre variaciones de la programación de turnos para el seguimiento continuo de los riesgos asociados a la fatiga.
4. Puede disponerse de una serie adicional de medidas que se utilizarán si se identifica un peligro potencial y el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga decide que necesita más información sobre él. Una vez más, las medidas seleccionadas deben reflejar el nivel esperado de riesgos. Por ejemplo:
  - Una serie de quejas sobre un hotel de escala en particular da lugar a una breve encuesta en línea entre los miembros de la tripulación que usan ese hotel, para ver la magnitud del problema y si merece actuación.
  - Se recibe una serie de informes de fatiga sobre un vuelo regular al final de un viaje en particular. Esto da lugar a un seguimiento de los niveles de sueño, somnolencia y fatiga de los miembros de la tripulación de vuelo de ese viaje, utilizando los diarios de sueño y las escalas subjetivas de calificación. La toma de datos se prolonga durante un mes, tras lo cual se efectúa un análisis de los datos, de forma que dentro de tres meses, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga tendrá la información que necesita para adoptar una decisión y planificar los controles e intervenciones necesarios (por ejemplo, que se encargue del vuelo regular otra tripulación).
  - Un explotador con poca experiencia en vuelos de larga distancia llega a un acuerdo con el encargado de la reglamentación para comenzar a desarrollar un FRMS, a fin de realizar operaciones ULR entre un par de

ciudades específicas. Entre las condiciones para obtener la aprobación regulatoria de todo el FRMS, el explotador está obligado a realizar un seguimiento intensivo de la fatiga de los miembros de la tripulación durante los primeros cuatro meses de la operación. Ello incluye el seguimiento del sueño antes, durante y después del viaje con actígrafos y diarios del sueño, así como de los índices de la somnolencia y la fatiga, y realización de pruebas de desempeño PVT antes del vuelo, a 30 minutos del tope del ascenso, antes de cada período de descanso en vuelo, en los 30 minutos posteriores a lo alto del descenso, y después del vuelo antes de salir de la aeronave. El encargado de la reglamentación exige un informe de los resultados a más tardar seis meses después de la puesta en marcha de la operación.

5. Se ha de mantener el equilibrio entre la recopilación de datos suficientes para que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga confíe en sus propias decisiones y las acciones y demandas adicionales que la recogida de datos pueda plantear a los miembros de la tripulación.

#### 4.4.3 Procesos reactivos de identificación de los peligros

En un FRMS, los procesos reactivos están diseñados para identificar la **contribución de la fatiga de los miembros de la tripulación a los informes y eventos sobre seguridad operacional**. El objetivo es identificar cómo podrían haberse mitigado los efectos de la fatiga y reducir la probabilidad de aparición de sucesos similares en el futuro. En el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, se enumeran cinco ejemplos de factores desencadenantes de los procesos reactivos:

- a) informes de fatiga;
- b) informes confidenciales;
- c) informes de auditoría;
- d) incidentes; y
- e) sucesos relacionados con el análisis de los datos de vuelo (FDA) (conocido también como Garantía de calidad de las operaciones de vuelo o FOQA).

Dependiendo de la gravedad del caso, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, el departamento de seguridad operacional del explotador, o un experto externo en fatiga podrían llevar a cabo un análisis de fatiga. Los resultados de toda investigación sobre la fatiga se deben registrar y formar parte de la documentación del FRMS.

No existe una prueba sencilla (tal como la de análisis de sangre) para medir la degradación relacionada con la fatiga. Para establecer que la fatiga es un factor que contribuye a un evento, se tiene que demostrar que:

1. la persona o la tripulación se encuentran probablemente en estado de fatiga;
2. la persona o la tripulación adoptaron medidas o decisiones particulares que actuaron como causas de lo que salió mal; y
3. esas medidas o decisiones concuerdan con el tipo de comportamiento que cabe prever en una persona o tripulación fatigadas.

Para demostrar que era probable que la persona o la tripulación estuvieran en estado de fatiga, lo ideal sería disponer de información sobre:

- el sueño que necesitan para estar plenamente descansados;
- el tiempo de sueño que tuvieron en las 24 horas que precedieron al accidente (sueño atrasado agudo);
- el tiempo de sueño que tuvieron en las 72 horas que precedieron al accidente (sueño atrasado acumulado);
- el tiempo que llevaban despiertos en el momento del evento (vigilia prolongada);
- si la carga de trabajo era excepcionalmente intensa o ligera dando lugar al evento y durante él;



- si se encontraban en una parte de sueño del ciclo del reloj corporal circadiano en el momento del evento (en el tiempo corporal de principios de la mañana o de mediados de la tarde); y
- cuándo tuvieron la última oportunidad de una recuperación plena del sueño atrasado (al menos dos noches seguidas de sueño sin restricciones, estando plenamente adaptado a la zona horaria local).

Esta información tiene que recogerse generalmente después de los hechos, sobre la base del recuerdo de las personas involucradas y debe ser confirmada siempre que sea posible por cualquier persona con la que pasaron algún tiempo antes del evento. Cuando no sea posible obtener esta información, el historial de trabajo puede dar una idea de cuáles fueron las oportunidades que la persona o equipo tuvieron de dormir.

No hay reglas sencillas para la interpretación de esta información (¿cuánto sueño atrasado agudo se necesita para el deterioro asociado a la fatiga? ¿Cuánto sueño atrasado acumulado?). Transport Canada ha propuesto un método de investigación de la fatiga que ofrece una guía útil para responder a estas preguntas, así como para decidir si las acciones o decisiones de los miembros de la tripulación fueron coherentes con el tipo de comportamiento esperado de una persona o tripulación fatigadas, aunque ello no haya sido aún validado en las operaciones de la aviación. En el Apéndice A se resume este método.

#### 4.5 ETAPA 4 DE LOS PROCESOS DE FRM: EVALUACIÓN DE RIESGOS

Una vez identificado el peligro asociado a la fatiga, se ha de evaluar el nivel de riesgo que se plantea y tomar una decisión sobre si hay que mitigar dicho riesgo. La evaluación del riesgo asociado a la fatiga se ajusta a los principios del SMS (combinando la probabilidad de riesgo y la gravedad de los riesgos). Evalúa la posibilidad de lesiones, daños al equipo, o pérdidas debidas a peligros relacionados con la fatiga, y ofrece recomendaciones sobre la gestión de dicho peligro, las cuales se resumen en las tablas siguientes.<sup>6</sup>

**Tabla 4-2a Definición de la probabilidad de riesgo asociado a la fatiga**

Probabilidad de riesgo asociado a la fatiga		
	Significado	Valor
Frecuente	Es probable que ocurra muchas veces (se ha producido frecuentemente)	5
Ocasional	Es probable que ocurra algunas veces (no se ha producido frecuentemente)	4
Remota	No es probable que ocurra, pero es posible (se ha producido raramente)	3
Improbable	Muy poco probable que ocurra (no se sabe que haya ocurrido)	2
Extremadamente improbable	Casi inconcebible que el evento ocurra	1

<sup>6</sup> Manual de gestión de la seguridad operacional, de la OACI (Doc 9859).

Tabla 4-2b Definición de la gravedad del riesgo asociado a la fatiga

Gravedad del riesgo asociado a la fatiga		
Significado		Valor
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Múltiples muertes</li> <li>- Equipo destruido</li> </ul>	A
Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplia reducción de los márgenes de seguridad operacional, dificultades físicas o carga de trabajo tales que no quepa esperar que los miembros de la tripulación realicen sus tareas de forma precisa o completamente</li> <li>- Heridas graves</li> <li>- Daños importantes del equipo</li> </ul>	B
Importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción de la capacidad de los miembros de la tripulación para hacer frente a condiciones operativas adversas como resultado de un aumento de la carga de trabajo o de condiciones que degraden su eficacia</li> <li>- Incidente grave</li> <li>- Heridos</li> </ul>	C
Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Molestias</li> <li>- Limitaciones operativas</li> <li>- Utilización de procedimientos de emergencia</li> <li>- Incidente de índole menor</li> </ul>	D
Despreciable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin consecuencias significativas</li> </ul>	E

Tabla 4-2c Matriz de evaluación del riesgo asociado a la fatiga

Riesgo asociado a la fatiga						
Probabilidad del riesgo	del	Gravedad del riesgo				
		Catastrófico A	Peligroso B	Importante C	Menor D	Despreciable E
Frecuente	5	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremadamente improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

**Tabla 4-2d Matriz de la OACI de tolerabilidad al riesgo**

Criterio propuesto	Índice de evaluación del riesgo	Criterio propuesto
<b>Región Intolerable</b>	5A, 5B, 5C 4A, 4B, 3A	Inaceptable en las circunstancias actuales
<b>Región tolerable</b>	5D, 5E, 4C, 4D 4E, 3B, 3C, 3D 2A, 2B, 2C	Aceptable sobre la base de la mitigación del riesgo. Puede exigir decisión de la dirección
<b>Región aceptable</b>	3E, 2D, 2E, 1A 1B, 1C, 1D, 1E	Aceptable

Sin embargo, hay que señalar que estas tablas son ejemplos generales solamente. En realidad, cada explotador debe desarrollar sus propios criterios de niveles de severidad y probabilidad. No hay criterios buenos o malos, pero cualesquiera que sean los criterios identificados, deben ser acordados y ampliamente entendidos por las personas que posteriormente los utilizarán para las evaluaciones de riesgos. Dependiendo de la estructura de gestión de la seguridad operacional del explotador, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede identificar los criterios de gravedad y de probabilidad, y utilizarlos a continuación para evaluar los riesgos asociados a la fatiga y la necesidad de reducirlos en un FRMS.

#### 4.6 ETAPA 5 DE LOS PROCESOS FRM: MITIGACIÓN DE RIESGOS

Cuando se decide que un peligro particular asociado a la fatiga requiere una actuación, deben identificarse y aplicarse controles y medidas de mitigación. Se debe utilizar la experiencia específica del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga en la selección de estos controles y medidas de mitigación. Todo el personal involucrado debe entender claramente el peligro y los controles y las medidas de mitigación destinados a reducir el riesgo correspondiente.

La Tabla 4-3 da algunos ejemplos de medidas de mitigación a nivel organizativo para la gestión de los peligros asociados a la fatiga. Se trata sólo de ejemplos y no de listas exhaustivas.

**Tabla 4-3 Ejemplos de peligros asociados a la fatiga y controles y medidas de mitigación del explotador (no es una lista exhaustiva)**

Peligro asociado a la fatiga	Controles	Medidas de mitigación
Viajes nocturnos de ida y vuelta	Las reglas de programación horaria no permiten los viajes nocturnos de ida y vuelta.	Se prepara el soporte lógico para prohibir los viajes nocturnos de ida y vuelta. Disposición de una tripulación de reserva para atender a circunstancias excepcionales.
Falta de tripulación ULR en la ciudad base de partida	Todos los vuelos con programación de más de 12 horas requieren evaluación de la dotación de personal en la base de tripulación de la ciudad de partida. Establecimiento de	Reatribución de miembros de tripulación adicionales a la base de tripulación de la ciudad de partida. Garantía de tripulaciones suficientes para programación de vuelos ULR.

Peligro asociado a la fatiga	Controles	Medidas de mitigación
Falta de tripulación ULR en la base de desvío en ruta.	políticas de dotación de tripulaciones en apoyo de las operaciones y supervisión de los niveles de dotación de personal que garanticen el cumplimiento de los requisitos de la política. Establecimiento de dotación de tripulaciones de reserva en la base en ruta para los desvíos.	Llamada a tripulación de reserva.
Informes de siesta involuntaria de la tripulación en el puesto de pilotaje	Políticas de reglamentación de la programación de horarios, composición de viajes, creación de turnos y refuerzo de tripulaciones que mejoren el descanso en vuelo y las instalaciones de descanso de la tripulación a bordo.	Cambios en la programación de horarios que mejoren las oportunidades de sueño en las escalas. Procedimiento del Manual de operaciones de vuelo para el descanso controlado en el puesto de pilotaje.
Miembros de la tripulación que no duermen lo suficiente en las instalaciones de descanso a bordo	En el pedido de la aeronave, prestar atención al diseño de las instalaciones de descanso de la tripulación. El Manual de operaciones de vuelo contiene reglas para organizar el descanso en vuelo.	Formación a los miembros de la tripulación en cuanto a la forma de lograr un sueño óptimo en vuelo. Discreción del comandante en cuanto al día otorgado para organizar el descanso en vuelo.
Períodos de sueño interrumpidos en los hoteles de la tripulación	Programación de horarios, composición de viajes, creación de turnos.	Procedimientos internos para limitar los contactos de la tripulación durante los períodos de descanso. Exigencia a los hoteles de prever zonas del hotel limitadas a los miembros de la tripulación para minimizar el ruido.
Aterrizajes coincidentes con el mínimo circadiano, período de trabajo ampliado y elevadas demandas de trabajo.	Reglas de programación de horarios, composición de viajes, creación de turnos.	Protocolos para el descanso en vuelo y descanso controlado en el puesto de pilotaje.

Debe evaluarse la eficacia de las medidas de mitigación aplicadas, lo cual exige definir indicadores de desempeño de seguridad operacional, tales como las siguientes.

#### Indicadores relativos a la programación de horarios

- Número de desviaciones de vuelos (o terminaciones de vuelos no cumplidas) en pares de ciudades específicas, por causa de la fatiga, falta de personal, emergencias médicas, etc.
- Número de propuestas de parejas identificadas como susceptibles de riesgo de fatiga elevado (por ejemplo, vuelos nocturnos de ida y de vuelta).
- Número de rebasamientos de días de servicio de la tripulación incluidos en los rebasamientos admisibles (determinados a partir de la evaluación de riesgos. Por ejemplo, superiores a 14 horas).

- Número de períodos de servicio en vuelo que se han determinado como "significativamente" posteriores a los de horas programadas\*.
- Número de períodos de servicio en vuelo que han superado un número especificado de horas sin una pausa de descanso durante el servicio.
- Número de horas de vuelo con un número especificado de minutos superior al planificado (por ejemplo, 30 ó 60 minutos).
- Número de períodos de servicio en vuelo que se inician durante el mínimo de la ventana circadiana (WOCL).
- Número de aterrizajes en el mínimo de la ventana circadiana (WOCL).
- Número de períodos de servicio con más de un número especificado de sectores de vuelo.
- Número de períodos de servicio con más de un número especificado de cambios de aeronave.
- Número de despertares tempranos sucesivos, especialmente los combinados con largas "sentadas" entre vuelos o días de servicio prolongados.
- Número pausas de descanso reducidas entre servicios (en más de un número especificado de minutos que se considera "significativo")\*.
- Número de llamadas a tripulación de reserva (en vuelos particulares, en una base de tripulación particular, etc.).

\*Este indicador es un requisito específico de un FRMS, (Sección 1.2 f) del Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I), y se examina en el Capítulo 3.

#### *Indicadores de fatiga proactivos/reactivos*

- Datos medidos que caen fuera de umbrales aceptables (p. ej., índices de somnolencia, medidas PVT o duraciones inadecuadas del sueño en las escalas).
- Número de informes de fatiga (clasificados en diversas formas, tales como por base de tripulación, asiento, vuelos reforzados, tipos de flota, tipos operacionales, etc.).
- Número de incidentes asociados a la fatiga.
- Número de eventos FOQA relacionados con la fatiga asociados a una programación horaria particular sobre la que se han recibido informes de fatiga.
- Llamadas de absentismo/fatiga.

Las repercusiones de estos indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional deben considerarse en el contexto de toda la operación, para distinguir entre riesgo aceptable e inaceptable.

Si los controles y medidas de mitigación actúan a un nivel aceptable (es decir, si disminuyen el riesgo hasta un nivel aceptable — ver Tabla 4-2d), pasan a formar parte de las operaciones normales y son supervisados por los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. Si los controles y medidas de mitigación no actúan a un nivel aceptable, será necesario entonces volver a introducir los procesos de FRM en la etapa correspondiente. Como se indica en la Figura 4-2, ello podría requerir: recopilación de información y datos adicionales, y/o reevaluación del peligro asociado a la fatiga y de los riesgos correspondientes y/o identificación, ejecución y evaluación de los controles y medidas de mitigación nuevos o revisados.

## 4.7 EJEMPLO: ESTABLECIMIENTO DE PROCESOS FRM PARA UNA NUEVA RUTA ULR

En 2005, el consorcio de la Fundación para la seguridad operacional de los vuelos — Ultra-long Range Crew Alertness Steering Committee — elaboró directrices recomendadas para las operaciones ULR. Este grupo identificó las operaciones ULR como aquellas en las que el tiempo programado excedía de 16 horas. Desde entonces se aceptó ampliamente esta distinción de las 16 horas para las operaciones ULR.

Este ejemplo sirve para procesos FRMS que podrían utilizarse en el establecimiento de una nueva operación ULR. Se desarrolló a partir de un caso de seguridad operacional real para una ruta ULR nueva que obtuvo la aprobación reglamentaria, pero se trata de un ejemplo, no de una guía. El enfoque aceptado para las operaciones ULR es evaluar cada par de ciudades entre las que se vuela<sup>7</sup>. La Figura 4-5 resume los procesos de FRM, los cuales se explican con más detalle en el texto.

### 4.7.1 Etapa 1 – Identificar la operación

La operación a la que se aplican estos procesos de FRM es una nueva ruta ULR entre la Ciudad A y la Ciudad B (que se describe aquí como ruta A-B-A).

### 4.7.2 Etapa 2 – Recopilar datos e información

Puede posiblemente disponerse de la información y los datos a partir de dos tipos de operaciones existentes: las operaciones de largo recorrido que son similares pero tienen tiempos de vuelo de menos de 16 horas, y las operaciones de ULR que ya han volado otros explotadores. La pertinencia de la información disponible depende de la semejanza de las operaciones actuales con la nueva operación ULR propuesta. Deben considerarse los siguientes factores:

- Complemento de tripulación e instalaciones para el descanso en vuelo.
- Domicilio de la tripulación (si los miembros de la tripulación están domiciliados en la ciudad de partida y han tenido tiempo libre suficiente desde su último vuelo trans-meridiano, puede suponerse que sus relojes corporales circadianos están adaptados a la hora del domicilio).
- Hora de partida del vuelo de salida (hora local y hora probable del reloj corporal).
- Duración del vuelo de ida y zonas horarias atravesadas.
- Hora de llegada del vuelo de ida (hora local y hora probable del reloj corporal).
- Duración de la escala.
- Hora de partida del vuelo de vuelta (hora local y hora probable del reloj corporal).
- Duración del vuelo de vuelta y zonas horarias atravesadas.
- Hora de llegada del vuelo de vuelta (hora local y hora probable del reloj corporal).
- Dependiendo del par real de las ciudades a las que se da servicio, puede también ser pertinente comparar los programas horarios de invierno y verano para las horas de despegue y aterrizaje, así como para las duraciones de los vuelos.

---

<sup>7</sup> Fundación para la seguridad operacional de los vuelos, *Flight Safety Digest*, Vol. 22 (No. 5-6), 2003, y Vol. 24 (No. 8-9), 2005.

En este caso, otro explotador ha estado volando un viaje ULR entre la Ciudad C y la Ciudad D. Esta operación ya existente tiene el mismo complemento de tripulación y tiempos similares de partida, duración del vuelo, duración de la escala y patrones de cruce de zona horaria como los de la ruta A-B-A. En el proceso de aprobación reglamentaria de la ruta C-D-C, el explotador estaba obligado a realizar una validación operacional de seis meses, que incluyó un seguimiento intensivo del sueño y de la fatiga de los miembros de la tripulación. El explotador facilita generosamente estas conclusiones para utilizarlas en el estudio de seguridad operacional de la ruta A-B-A mediante un equipo de científicos independiente que participó en la recogida de datos y el análisis de la ruta C-D-C. (La experiencia del equipo científico garantiza que las conclusiones se interpretan y se aplican en la ruta A-B-A de manera apropiada).

### 4.7.3 Etapa 3 – Identificar peligros

#### *Procesos predictivos*

El explotador ya tiene experiencia con varias rutas de larga distancia utilizando la misma aeronave y complemento de tripulantes y con tiempos de salida y cruces de zona horaria similares a los de la ruta A-B-A, pero que permanecen por debajo del límite de tiempo de vuelo de 16-horas que se utiliza para definir los ULR. Esta experiencia ha orientado el desarrollo del plan operativo para la ruta ULR A-B-A.

Se dispone de dos modelos biomatemáticos que pueden utilizarse para predecir los niveles probables de fatiga de los miembros de la tripulación o el estado de alerta en la ruta A-B-A. Los datos recogidos en la ruta C-D-C se utilizan para probar el grado en que estos modelos pueden predecir el sueño y la fatiga de la tripulación antes, durante y después de las operaciones ULR.

Un modelo hace las siguientes predicciones para la ruta C-D-C: los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación aumentan significativamente tanto en los vuelos de ida como de vuelta; el sueño en la escala es demasiado corto para la recuperación antes del vuelo de regreso; y los niveles de fatiga son potencialmente inseguros al final de ambos vuelos. Estas predicciones están en directa contradicción con los datos de desempeño de pruebas PVT y los niveles de somnolencia subjetiva y de fatiga recogidos durante los primeros seis meses de la operación C-D-C, que se voló a diario sin mayores incidentes durante cuatro años. Se considera que los datos operacionales y la experiencia son más fiables que estas predicciones del modelo biomatemático.

Por otro lado, el segundo modelo predice con **fiabilidad** la duración del sueño en vuelo en la ruta C-D-C (en la gama de variabilidad observada entre los miembros de la tripulación supervisados). Este modelo se utiliza para predecir el estado de alerta de los miembros de la tripulación en la ruta A-B-A.

#### *Procesos proactivos*

Se proponen los siguientes procesos proactivos para identificar los peligros asociados a la fatiga mediante un seguimiento intensivo durante los primeros cuatro meses de la nueva operación, a fin de validar las predicciones sobre los niveles de fatiga y afinar las estrategias de mitigación, según sea necesario.

- Se recuerda a los miembros de la tripulación que utilicen los formularios de notificación de la fatiga y se les anima a utilizarlos.
- Durante el primer mes de la operación, un miembro superior de la tripulación de vuelo estará presente en el centro de operaciones de vuelo durante las primeras y últimas horas de cada vuelo de la ruta A-B-A, para garantizar una respuesta rápida y adecuada de gestión de los problemas relacionados con la fatiga que puedan surgir.
- Durante el primer mes de la operación A-B-A, se pide a un subgrupo de voluntarios de miembros de la tripulación que cumplimenten un diario de sueño y de servicio (con niveles de fatiga y de somnolencia) antes, durante y después de un viaje A-B-A. Estos datos se compararán con las mismas medidas recogidas durante la validación operacional de la ruta C-D-C.

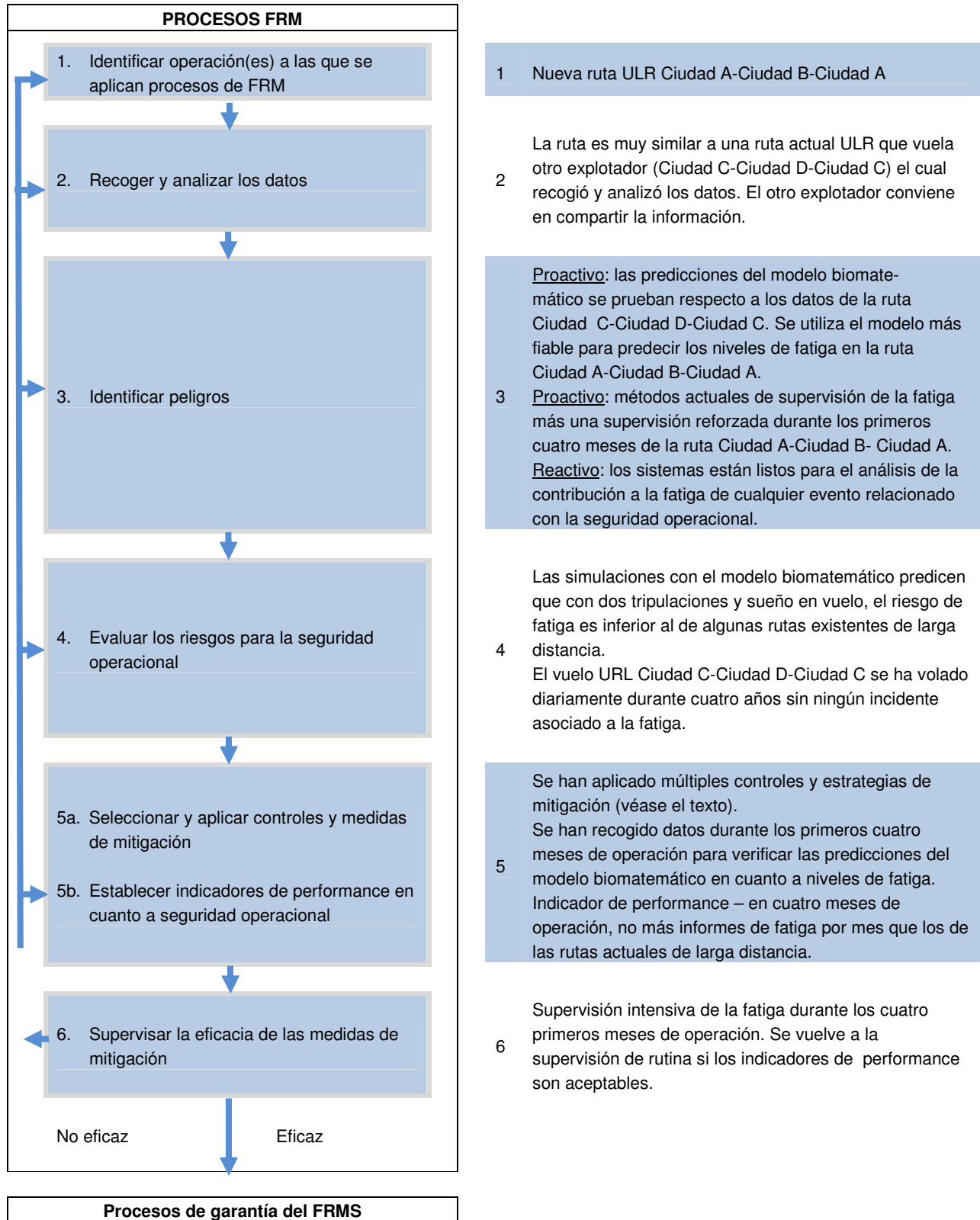


Figura 4-5 Procesos de FRM en el establecimiento de una nueva ruta ULR



Entre otros procesos proactivos de supervisión de la fatiga que pueden utilizarse están:

- Pedir a todos los miembros de la tripulación que registren los niveles de fatiga y de somnolencia en lo alto del descenso en cada vuelo, durante el primer mes de la operación de A-B-A.
- Controlar a todos los miembros de la tripulación después de haber volado la operación A-B-A durante tres meses, para obtener una visión general de su experiencia en cuanto a la fatiga y a la efectividad de las diferentes estrategias de mitigación (programación de horarios, dependencias de descanso en vuelo, hoteles de escala, etc.).
- Hacer que un subgrupo de voluntarios de miembros de la tripulación lleve actirelojes y que cumplimente diarios de sueño antes, durante y después de un viaje completo de la ruta A-B-A. Además, registrarían niveles de fatiga y de somnolencia y se realizarían pruebas de desempeño PVT en momentos clave a lo largo de cada vuelo. Estos datos se compararían con las mismas medidas de la validación operacional de la ruta C-D-C.

#### *Procesos reactivos*

El explotador dispone de sistemas para analizar la contribución de la fatiga a los informes y eventos de seguridad operacional, y para determinar la forma de reducir la probabilidad de que se produzcan acontecimientos similares en el futuro. Se prestará especial atención a que todos los informes de fatiga o incidencias de la operación de A-B-A se analicen de forma rápida y a que se adopten las medidas necesarias.

#### **4.7.4 Etapa 4 – Evaluar los riesgos para la seguridad operacional**

El modelo biomatemático utilizado para predecir el estado de alerta de los miembros de la tripulación en la ruta A-B-A se ha utilizado anteriormente para predecir el estado de alerta en rutas de larga distancia para grupos de dos y de tres personas. Estas predicciones indican que es probable que los niveles de alerta mínimos en la ruta A-B-A sean más altos que en algunas de las actuales rutas de larga distancia, sobre todo en vuelos nocturnos de retorno de tres personas hacia el oeste con períodos de actividad de unas 14 horas, y en vuelos nocturnos largos con tripulaciones de dos personas.

Dos experiencias operativas apoyan la predicción de que la ruta A-B-A no plantea excesivos riesgos de fatiga: 1) el historial de seguridad operacional de la operación de C-D-C, que se ha volado diariamente durante cuatro años; y 2) la experiencia del explotador de la ruta A-B-A con las mismas rutas de larga distancia, utilizando los mismos aviones y dotación de tripulación, pero manteniéndose por debajo del límite de tiempo de vuelo de las 16 horas.

#### **4.7.5 Etapa 5 – Seleccionar y aplicar controles y medidas de mitigación**

En este ejemplo, se proponen los siguientes controles y estrategias de mitigación para la operación de A-B-A.

- La aeronave elegida para la ruta cuenta con las mejores instalaciones disponibles para descanso a bordo.
- Todos los miembros de la tripulación que vuelan la nueva operación están domiciliados en la ciudad de partida.
- Todos los miembros de la tripulación que vuelan la nueva operación reciben instrucción específica sobre las estrategias personales y organizativas para la gestión de la fatiga en la operación de A-B-A. Se incluye un debate sobre cómo utilizar mejor las oportunidades de sueño a bordo y en la escala.
- Todos los miembros de la tripulación han reservado un cierto tiempo sin servicio para poder dormir dos noches completas en la zona horaria de la ciudad de salida, a fin de iniciar la operación de A-B-A completamente descansados.

- Existe una política clara que define las llamadas de incorporación y de entrada en servicio de las tripulaciones de relevo.
- La tripulación de vuelo incluye dos comandantes y dos oficiales de primera, de modo que un solo comandante no tiene la responsabilidad de mando único para todo el vuelo ULR. Esto se ajusta a las recomendaciones de la Fundación para la seguridad de los vuelos en cuanto a vuelos ULR.
- Existe una política clara en cuanto a la distribución de las oportunidades de descanso en vuelo, de forma que los miembros de la tripulación pueden planificar la mejor forma de aprovecharlas.
- Cada miembro de la tripulación tiene dos oportunidades de descanso por vuelo, para asegurarse de que tiene al menos algún tiempo de descanso superpuesto a su tiempo normal de sueño y que tiene una segunda oportunidad de dormir un poco si, por cualquier razón, no ha sido capaz de dormir durante su primer período de descanso en vuelo.
- Los miembros de la tripulación de vuelo pueden tomar sus comidas en el puesto de pilotaje a fin de maximizar el tiempo para dormir durante períodos de descanso en vuelo.
- El hotel de escala se ha escogido cuidadosamente a fin de garantizar que ofrece las instalaciones adecuadas para dormir, comer y hacer ejercicio.
- Se ha establecido un procedimiento entre operaciones de vuelo y el hotel de escala para las notificaciones de retrasos sin tener que despertar a los miembros de la tripulación.
- Existen procedimientos claros sobre la gestión de los retrasos de vuelos.
- Existen procedimientos claros sobre la gestión de los desvíos de vuelos.

Se identifican los siguientes indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional:

- Los datos recogidos durante los primeros cuatro meses de la operación de A-B-A se compararán con las predicciones del modelo y con las mismas medidas procedentes de la validación de C-D-C, para establecer si la fatiga y los niveles de alerta de los miembros de la tripulación están en la gama prevista.
- En el cuarto mes de la operación de A-B-A, la cadencia de notificación de la fatiga (informes/segmento de vuelo) y el nivel medio de riesgo notificado de fatiga **deben** ser comparables a los de las rutas actuales de larga distancia. No deben recibirse informes de fatiga "intolerable" (véase la Tabla 4-2.d).

#### **4.7.6 Etapa 6 – Supervisar la eficacia de los controles y las medidas de mitigación**

Hay un período de validación definido para los primeros cuatro meses de la operación que implica un seguimiento más intenso. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga examinará regularmente todos los datos e informes de fatiga que lleguen y actuará de manera oportuna cuando surjan problemas.

Al final del período de validación, se redactará un informe y se definirán procesos normalizados para el seguimiento y la gestión del riesgo asociado a la fatiga en la ruta A-B-A. Este informe estará a disposición de todas las partes interesadas. Si los indicadores de desempeño son aceptables, la operación A-B-A volverá al seguimiento de rutina.

---

#### **4.7.7 Vínculos con los procesos de garantía de seguridad operacional del FRMS**

Normalmente, los procesos FRM no actúan aisladamente de los procesos de garantía de seguridad operacional del FRMS (se describe con detalle en el capítulo siguiente). Sin embargo, al establecer el FRMS, o un nuevo tipo de operación, en una organización, no se dispone de los datos necesarios para los procesos de garantía de seguridad operacional del FRMS antes de que la operación comience a volar. Esto significa que es necesario aplicar un enfoque por etapas para la implantación del FRMS, el cual se describe en el Capítulo 7.

---



## **Capítulo 5. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS**

### **5.1 INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS DE GARANTÍA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL FRMS**

Los procesos de FRM descritos en el Capítulo 4 son la parte de las operaciones cotidianas de la FRMS que se centran en la identificación de los peligros asociados a la fatiga, la evaluación de los riesgos para la seguridad operacional, el establecimiento de controles y estrategias de mitigación, y el seguimiento de su eficacia.

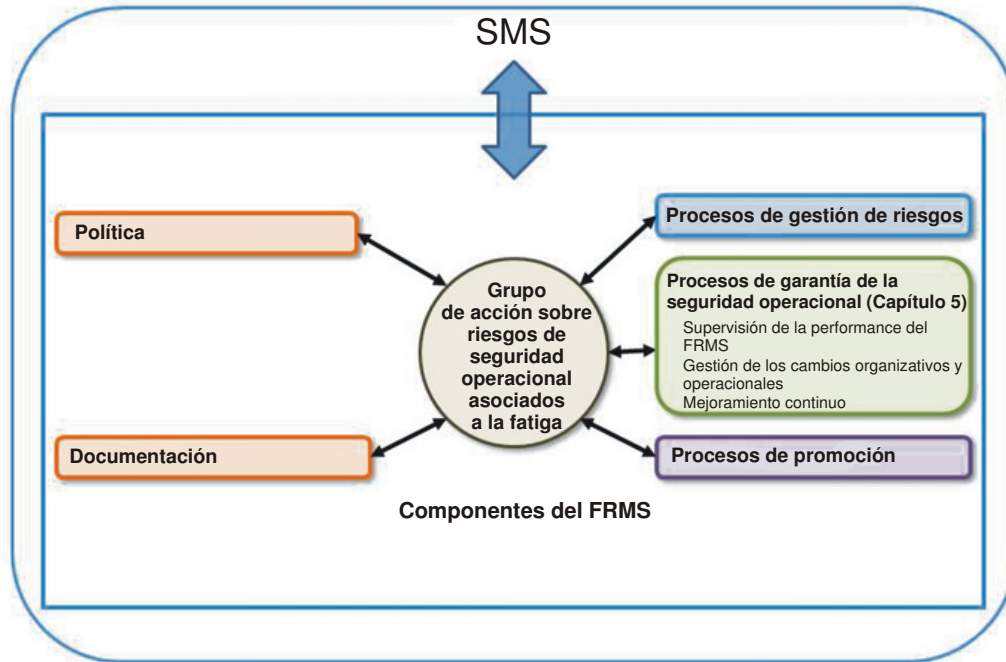
En este capítulo se examinan las etapas básicas de los procesos de garantía de la seguridad operacional de la FRMS, que forman otra capa de la defensa de un explotador contra los riesgos asociados a la fatiga. Los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS forman también parte de la operación de rutina del FRMS y controlan la forma en que funciona el FRMS en su totalidad:

- verifican que el FRMS funciona como se desea;
- verifican que satisface los objetivos de seguridad operacional definidos en la política del FRMS;
- verifican que satisface los requisitos reglamentarios;
- identifica los casos en que los cambios del entorno operativo pueden hacer aumentar el riesgo asociado a la fatiga; e
- identifica áreas de mejora en la gestión de los riesgos asociados a la fatiga (mejora continua del FRMS).

Para ello, los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS utilizan una variedad de datos e información como indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional que pueden medirse y supervisarse en el tiempo. Se espera que la variedad de indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional, así como un objetivo de seguridad operacional para cada uno de ellos, ofrezca una mejor comprensión de la performance general del FRMS que una medida única. Los objetivos de performance en cuanto a seguridad operacional deben caer en la región tolerable definida en el proceso de evaluación de riesgos (véase la Sección 4.5), y puede ser necesario revisarlos cuando las circunstancias operacionales cambien.

La Figura 5-1 describe los vínculos entre los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS y otros componentes del FRMS. La información, los datos y los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional de los procesos de FRM proporcionan una fuente de información para los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. Además, los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS:

- utilizan información y experiencia de otras fuentes, internas de la organización del explotador y externas a ella, para evaluar el funcionamiento del FRMS;
- evalúan tendencias en los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional para identificar peligros nuevos o modificados y refieren éstos de nuevo a los procesos de FRM;
- identifican cambios en el entorno operativo que puedan afectar a los riesgos de fatiga y refieren éstos de nuevo a los procesos de FRM; y
- ofrecen información sobre la forma de mejorar el funcionamiento del FRMS.



**Figura 5-1 Vínculos entre los procesos de garantía del FRMS y otros componentes del FRMS**

Algunos de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS pueden ser realizados por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, mientras que otros (por ejemplo, las auditorías del FRMS) normalmente los llevarán a cabo otras unidades de la organización del explotador. La responsabilidad de las actividades diferentes de la de garantía de la seguridad operacional del FRMS puede distribuirse de manera diferente, dependiendo del tamaño de la organización. Por ejemplo, los explotadores grandes pueden tener un equipo de garantía de la seguridad operacional del FRMS separado y/o un gestor designado de garantía de la seguridad operacional del FRMS. Es necesaria la comunicación (en ambos sentidos) entre los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS y el SMS, ya que el nivel de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS tendrá efecto en la performance total en cuanto a garantía de seguridad operacional del explotador.

Los requisitos de la OACI para los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS son los siguientes.

#### Apéndice 8:

### 3. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS

El explotador elaborará y mantendrá procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS para:

- a) prever la supervisión continua de la actuación del FRMS, el análisis de tendencias y la medición para validar la eficacia de los controles de los riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. Entre otras, las fuentes de datos podrán incluir lo siguiente:
  - 1) notificación e investigación de los peligros;
  - 2) auditorías y estudios; y
  - 3) exámenes y estudios sobre fatiga;
- b) contar con un proceso oficial para la gestión del cambio que habrá de incluir, entre otras cosas, lo siguiente:
  - 1) identificación de los cambios en el entorno operacional que puedan afectar al FRMS;
  - 2) identificación de los cambios dentro de la organización que puedan afectar al FRMS; y
  - 3) consideración de los instrumentos disponibles que podrían utilizarse para mantener o mejorar la actuación del FRMS antes de introducir cambios; y

- c) facilitar el mejoramiento continuo del FRMS, lo cual incluirá, entre otras cosas:
- 1) la eliminación y/o modificación de los controles de riesgos que han tenido consecuencias no intencionales o que ya no se necesitan debido a cambios en el entorno operacional o de la organización;
  - 2) evaluaciones ordinarias de las instalaciones, equipo, documentación y procedimientos; y
  - 3) la determinación de la necesidad de introducir nuevos procesos y procedimientos para mitigar los riesgos emergentes relacionados con la fatiga.

La Figura 5-2 resume las etapas de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. A continuación se describe cada etapa con más detalle.

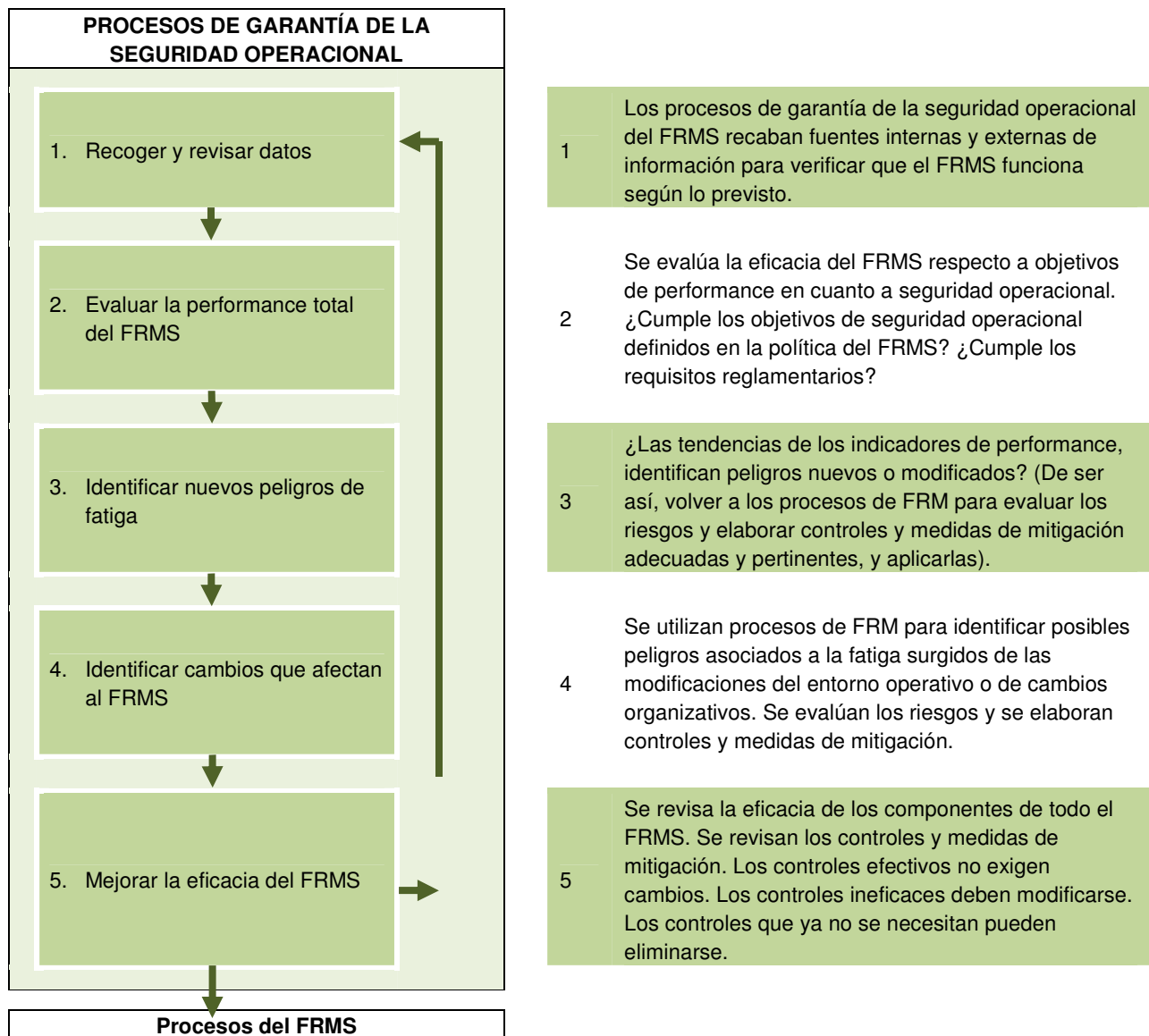


Figura 5-2. Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS

## 5.2 PROCESOS DE GARANTÍA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL FRMS

### 5.2.1 Etapa 1 – Recoger y revisar datos

La Etapa 1 consiste en reunir y analizar la información obtenida a través de los procesos de FRM para examinar el comportamiento general del FRMS. La performance del FRMS debe examinarse por la identificación de una serie de indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional. Deben incluir los específicos del FRMS, así como los de performance en cuanto a seguridad operacional del SMS. Los ejemplos de indicadores de performance específicos de la seguridad operacional para un FRMS incluirán medidas obtenidas mediante los procesos de FRM, tales como:

- el número máximo de días de servicio excedidos, en operaciones que contempla el FRMS;
- el número de informes voluntarios de fatiga por mes;
- la tasa promedio de “llamadas de fatiga” de las tripulaciones de vuelo en una pareja específica de ciudades (viaje);
- la relación entre los informes de fatiga procedentes de las operaciones ULR que contempla el FRMS y los informes de fatiga procedentes de las operaciones de larga distancia que contemplan las reglas prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio;
- la asistencia a las sesiones de instrucción en FRMS;
- los resultados de las evaluaciones de la instrucción en FRMS;
- el nivel de participación del miembro de la tripulación en la recogida de datos relativos a la fatiga;
- el número de veces que se identifica la fatiga como factor de la organización que contribuye a un evento.

El Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, señala que la identificación de los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional puede obtenerse mediante el examen de:

1. notificación e investigación de los peligros;
2. auditorías y estudios; y
3. exámenes y estudios sobre fatiga.

#### 1. *Notificación e investigaciones de los peligros*

Las tendencias de los informes voluntarios de fatiga de los miembros de la tripulación y de otros pueden proporcionar información valiosa sobre la eficacia del FRMS. Los eventos asociados a la seguridad operacional en los que se ha identificado la fatiga del tripulante como factor contribuyente serán menos frecuentes que los informes de fatiga. Sin embargo, la revisión periódica de estos eventos también puede poner de relieve las áreas donde podría mejorarse el funcionamiento del FRMS. El valor de estas dos fuentes de información depende de la utilización de métodos apropiados para analizar el papel de la fatiga (véase el Capítulo 4 y el Apéndice A).

#### 2. *Auditorías y encuestas*

Las auditorías y encuestas pueden dar una medida de la eficacia del FRMS sin que los niveles de fatiga sean suficientemente altos como para dar lugar a informes de fatiga o a eventos de seguridad operacional relacionados con la fatiga (los cuales, unos y otros, son eventos relativamente raros).

Las auditorías se centran en la integridad de los procesos de FRM y en la adherencia a ellos. Estas auditorías deben responder a cuestiones tales como:



- ¿Aplican todos los departamentos las recomendaciones de Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga?
- ¿Utilizan los miembros de la tripulación estrategias de mitigación tal como recomienda el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga?
- ¿Lleva el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga la documentación requerida de sus actividades?

Las auditorías también pueden evaluar periódicamente la eficacia del FRMS, por ejemplo, al ver el estado de los indicadores de performance y los objetivos en cuanto a seguridad operacional del FRMS.

Las auditorías son externas al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, pero pueden seguir siendo internas del explotador, es decir, efectuadas por otras unidades de la organización. Además, los comentarios de las auditorías reglamentarias pueden proporcionar información útil para la supervisión de la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS. Otro tipo de auditoría que se puede utilizar en este contexto es que un grupo de expertos independiente de revisión científica examine periódicamente las actividades del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y la integridad científica de sus decisiones. Un grupo de expertos de revisión científica también puede proporcionar al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga actualizaciones periódicas de los nuevos avances científicos sobre el FRMS.

Las encuestas pueden proporcionar información sobre la eficacia del FRMS. Por ejemplo, pueden documentar cómo los horarios y las listas de turnos están afectando a los miembros de la tripulación, ya sea preguntando acerca de sus experiencias recientes (retrospectiva) o haciendo un seguimiento de ellas a lo largo del tiempo (prospectiva). Las encuestas encaminadas a este fin deben incluir medidas validadas, tales como las escalas normalizadas de calificación de la fatiga y la somnolencia, y medidas estándar del ritmo y la calidad del sueño (véase el Capítulo 4 y el Apéndice A). Se necesita una tasa de respuestas alta (idealmente, más del 70 por ciento) para que los resultados de la encuesta se consideren representativos de todo el grupo, y las tasas de respuesta tienden a disminuir cuando se encuesta a las personas con demasiada frecuencia ("cansancio de los participantes").

### 3. Exámenes y estudios sobre fatiga

En general, los exámenes de seguridad operacional se utilizan para asegurar que la performance en cuanto a seguridad operacional es adecuada en tiempos de cambios, por ejemplo, durante la introducción de un nuevo tipo de operación o de un cambio significativo en una operación ya existente incluida en el FRMS.

Un examen empezaría por identificar el cambio (por ejemplo, el desplazamiento de un viaje a una base de tripulación en una zona horaria diferente, los cambios en las instalaciones de descanso del personal a bordo, los cambios significativos en la totalidad del viaje o los cambios del equipo que se utiliza para el viaje). A continuación se evaluaría la adecuación y eficacia de las actividades del FRMS que correspondan al cambio (por ejemplo, los métodos propuestos para la identificación de los peligros asociados a la fatiga, el proceso de evaluación de riesgos, los controles y las medidas de mitigación propuestas para contrarrestar los peligros asociados a la fatiga, y las medidas de su eficacia para utilizarlas durante la ejecución del cambio).

Los estudios de fatiga, que forman parte de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS, se efectúan cuando un explotador está preocupado por un tema importante relacionado con la fatiga, para lo cual es conveniente buscar en las fuentes de información externas. Entre éstas estarían la experiencia de otros explotadores, los estudios a nivel industrial o de todo el Estado, y los estudios científicos. Estas fuentes de información pueden ayudar en situaciones en las que los argumentos sobre seguridad operacional basados en la limitada experiencia y conocimientos de ese explotador pueden no ser suficientes. Los estudios de fatiga en este contexto se utilizan principalmente para la recopilación de información sobre grandes temas del FRMS, más que para la identificación de peligros específicos de fatiga.

### 5.2.2 Etapa 2 – Evaluar la performance del FRMS

El objetivo de la Etapa 2 es validar la eficacia de los controles y mitigaciones de la fatiga (Apéndice 8 del Anexo 6, Parte I). Esto implica el análisis de la información recopilada en la Etapa 1 para comprobar si:

- se cumplen todos los objetivos especificados en cuanto a seguridad operacional del FRMS;
- todos los indicadores sobre seguridad operacional del FRMS permanecen dentro de la gama tolerable definida en el proceso de evaluación de riesgos (véase la Sección 4.5);
- el FRMS cumple los objetivos en cuanto a seguridad operacional definidos en la política del FRMS; y
- el FRMS cumple todos objetivos reglamentarios.

A continuación figuran ejemplos de objetivos de performance en cuanto a seguridad operacional que podrían utilizarse en los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS y que se corresponden con los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional identificados anteriormente (para más ejemplos, véase la Sección 5.8 de este capítulo).

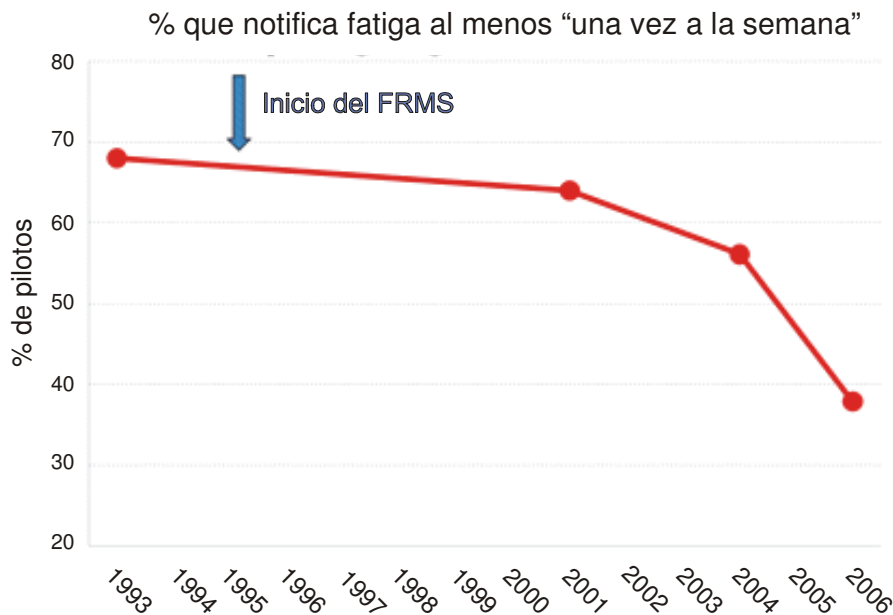
- La duración de los días de servicio máximo en las operaciones correspondientes al FRMS no supera los límites establecidos en la política del FRMS. Dicha política se revisa mensualmente mediante un algoritmo informático y las tendencias a lo largo del tiempo se evalúan cada tres meses.
- En el cuarto mes después de la introducción de una nueva operación, debe haber un número reducido estable de informes voluntarios de fatiga al mes, o una clara tendencia a la baja en el número mensual (dando tiempo para que los miembros de la tripulación y demás personal afectado se adapte a la nueva operación). El **Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga** debe presentar un informe escrito sobre la fase de validación de la nueva operación, incluyendo el análisis de todos los eventos relacionados con la fatiga y los informes voluntarios de fatiga, así como la documentación de los correspondientes ajustes realizados en los controles y medidas de mitigación de la fatiga.
- Ningún par específico (viaje) excede la tasa media de llamadas de fatiga de las tripulaciones de vuelo en más del 25 por ciento.
- Las operaciones ULR incluidas en el FRMS no dan lugar a más informes de fatiga que las operaciones de larga distancia que contempla la reglamentación prescriptiva del tiempo de vuelo y de servicio.
- En el último trimestre, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga se ha reunido con la periodicidad que requiere la política del FRMS y ha mantenido toda la documentación necesaria de sus actividades para la auditoría interna y reglamentaria.
- Todo el personal responsable de la programación de horarios y turnos ha cumplido los requisitos anuales de instrucción en materia de FRMS, tal como especifican los procesos de promoción del FRMS.
- Se mide la eficacia de los programas de capacitación y entrenamiento en materia de FRM (véanse los ejemplos del Capítulo 6).
- Los niveles trimestrales de absentismo son inferiores al objetivo especificado para cada operación que contempla el FRMS.

Cuando las metas de performance en materia de seguridad operacional del FRMS no se cumplen o cuando los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional no están a un nivel aceptable, puede ser necesario modificar los controles y medidas de mitigación utilizados volviendo a introducir los procesos de FRM en la Etapa 2 o más adelante (véase la

Figura 4-2). Los encargados de la reglamentación deben exigir a los explotadores que si los valores de los indicadores específicos de performance en materia de seguridad operacional alcanzan valores particulares, se lo notifiquen. El encargado de la reglamentación podrá entonces evaluar la forma en que el explotador piensa abordar este problema y supervisar su progreso.

Para el explotador, puede ser apropiado recabar más información fuera de la organización (por ejemplo, mirando los estudios de fatiga). Puede ser necesario llevar a cabo una revisión del cumplimiento por parte de los tripulantes y otros departamentos de las recomendaciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. También puede a veces ser necesario revisar el funcionamiento del propio Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, para saber por qué el FRMS no está funcionando según lo previsto.

La Figura 5-3 representa una medida de la eficacia del FRMS de Air New Zealand a lo largo del tiempo<sup>1</sup>. Muestra que el porcentaje de pilotos que notifican que la fatiga asociada al servicio se produce al menos una vez a la semana disminuye a lo largo de una serie de encuestas realizadas entre 1993 y 2006.



**Figura 5-3 Disminución de los informes de fatiga de los miembros de la tripulación a lo largo de encuestas sucesivas de Air New Zealand**

<sup>1</sup> La Figura 5.3 se publica con autorización por cortesía del Dr. David Powell.

### 5.2.3 Etapa 3 – Identificar nuevos peligros

Los análisis de las tendencias en los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional pueden indicar la aparición de riesgos de fatiga que no hayan sido reconocidos previamente a través de los procesos de FRM. Por ejemplo, los cambios en una parte de la organización pueden incrementar la carga de trabajo y los riesgos relacionados con la fatiga en otra parte de la organización. La identificación de nuevos riesgos asociados a la fatiga es una función importante de los procesos de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS, que tienen una perspectiva más amplia de sistema que los procesos de FRM. Cualquier riesgo recientemente identificado asociado a la fatiga, o una combinación de los riesgos existentes en la que los controles actuales no sean eficaces, debe ser remitido al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga para su evaluación y gestión mediante procesos de FRM (evaluación de riesgos, diseño e implantación de controles y medidas de mitigación efectivos).

### 5.2.4 Etapa 4 – Identificar cambios que afectan al FRMS

En nuestro medio dinámico de la aviación, los cambios son una parte normal de las operaciones de vuelo. Pueden ser impulsados por factores externos (por ejemplo, los nuevos requisitos reglamentarios, los cambios en los requisitos de seguridad operacional o las modificaciones en el control de tránsito aéreo) o por factores internos (por ejemplo, los cambios en la gestión, las nuevas rutas, aeronaves, equipos o procedimientos). Los cambios pueden introducir nuevos riesgos de fatiga en una operación, los cuales deben tratarse. Los cambios también pueden reducir la eficacia de los controles y las medidas de mitigación aplicadas para gestionar los actuales riesgos asociados a la fatiga. La Etapa 4 de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS tiene como objetivo identificar los peligros nuevos que puedan ser el resultado de un cambio.

En el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, se exige a un explotador que cuente con procesos de garantía de la seguridad operacional en el FRMS, a fin de prever una metodología formal para la gestión de los cambios. Debe incluir (aunque sin limitarse a ello):

1. identificación de los cambios en el entorno operacional que puedan afectar al FRMS;
2. identificación de los cambios en la organización que puedan afectar al FRMS; y
3. consideración de los instrumentos disponibles que pueden utilizarse para mantener o mejorar la performance del FRMS antes de la aplicación de los cambios.

Un proceso de gestión del cambio es una estrategia documentada para identificar proactivamente y gestionar los riesgos de la seguridad operacional que pueden acompañar a un cambio significativo en una compañía aérea<sup>2</sup>. Cuando se planifica un cambio, pueden seguirse los siguientes pasos:

- Utilizar los procesos de FRM para identificar los peligros asociados a la fatiga, evaluar los riesgos correspondientes y proponer controles y medidas de mitigación.
- Obtener la autorización apropiada de la gestión y/o reglamentaria de que el nivel del riesgo residual es aceptable.
- Durante el período de ejecución del cambio, utilizar los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS para dar información periódica a los gerentes de la línea en el sentido de que el FRMS está funcionando según lo previsto en las nuevas condiciones. Un ejemplo sería un período de validez para una nueva ruta ULR, durante el cual se ha efectuado un seguimiento adicional de la fatiga de los miembros de la tripulación, junto con una evaluación más frecuente de los objetivos de performance en cuanto a garantía de la seguridad operacional y a los indicadores del FRMS. La documentación de la estrategia de gestión del cambio en relación con el tratamiento de la fatiga también es responsabilidad del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

---

<sup>2</sup> Manual de gestión de la seguridad operacional, de la OACI (Doc 9859).

Los cambios en el entorno operativo también pueden provocar cambios en el propio FRMS. Los ejemplos incluyen la incorporación de nuevas operaciones al ámbito del FRMS, la recogida de diferentes tipos de datos, los ajustes a los programas de instrucción, etc. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga debe proponer tales cambios y obtener su aprobación de la gestión adecuada.

### 5.2.5 Etapa 5 – Mejorar la eficacia del FRMS

La evaluación continua de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS no sólo permite adaptar el FRMS a las necesidades operacionales cambiantes, sino que también permite al FRMS mejorar continuamente la gestión del riesgo de fatiga. De este modo, los controles del riesgo que tienen consecuencias involuntarias o que ya no son necesarios debido a los cambios en el entorno operativo u organizativo pueden identificarse y a continuación, modificarse o eliminarse mediante los procesos de FRM. Los ejemplos incluyen:

1. evaluaciones regulares de las instalaciones, el equipo, la documentación y los procedimientos; y
2. la determinación de la necesidad de introducir nuevos procesos y procedimientos para mitigar los nuevos riesgos asociados a la fatiga.

Es importante que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga documente los cambios efectuados en el FRMS de forma que estén disponibles para las auditorías interna y reglamentaria.

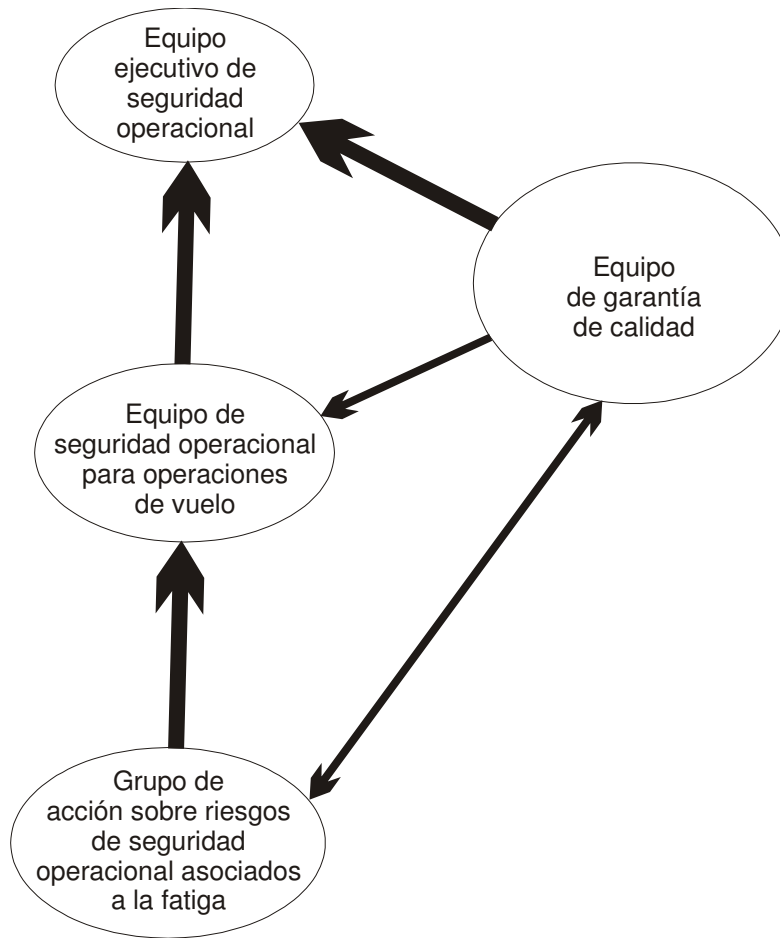
## 5.3 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDAD PARA LOS PROCESOS DE GARANTÍA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL FRMS

Para efectuar una vigilancia eficaz del funcionamiento del FRMS, y para examinar su funcionamiento en relación con los SMS, los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS han de operar en estrecha comunicación con el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, pero con un grado de independencia respecto a él. El objetivo es evitar que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga revise su propia performance. La Figura 5-4 muestra un ejemplo de cómo podría asignarse la responsabilidad de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS en una gran organización.

En este ejemplo, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga es responsable ante el Equipo de seguridad operacional para operaciones de vuelo. El Equipo de seguridad operacional para operaciones de vuelo es responsable a su vez ante el Equipo ejecutivo de seguridad operacional. En la Figura 5-4, estas líneas de rendición de cuentas se indican con flechas gruesas. (En una organización grande, se acabarían separando el FRMS del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga para las operaciones de vuelo, el mantenimiento, las operaciones en tierra y los servicios a bordo). Las líneas delgadas representan los flujos de información.

La responsabilidad principal de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS se asigna a una persona o Equipo de garantía de calidad que es responsable ante el Equipo ejecutivo de seguridad operacional y que:

- mantiene una estrecha comunicación con el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga;
- formula recomendaciones al Equipo de seguridad operacional para operaciones de vuelo, según sea necesario, a fin de mejorar el funcionamiento del FRMS;
- formula recomendaciones al Equipo de seguridad operacional para el mantenimiento, según sea necesario, a fin de mejorar el funcionamiento del FRMS;



**Figure 5-4 Ejemplo de asignación de responsabilidad para los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS en el departamento de operaciones de vuelo de una gran organización**

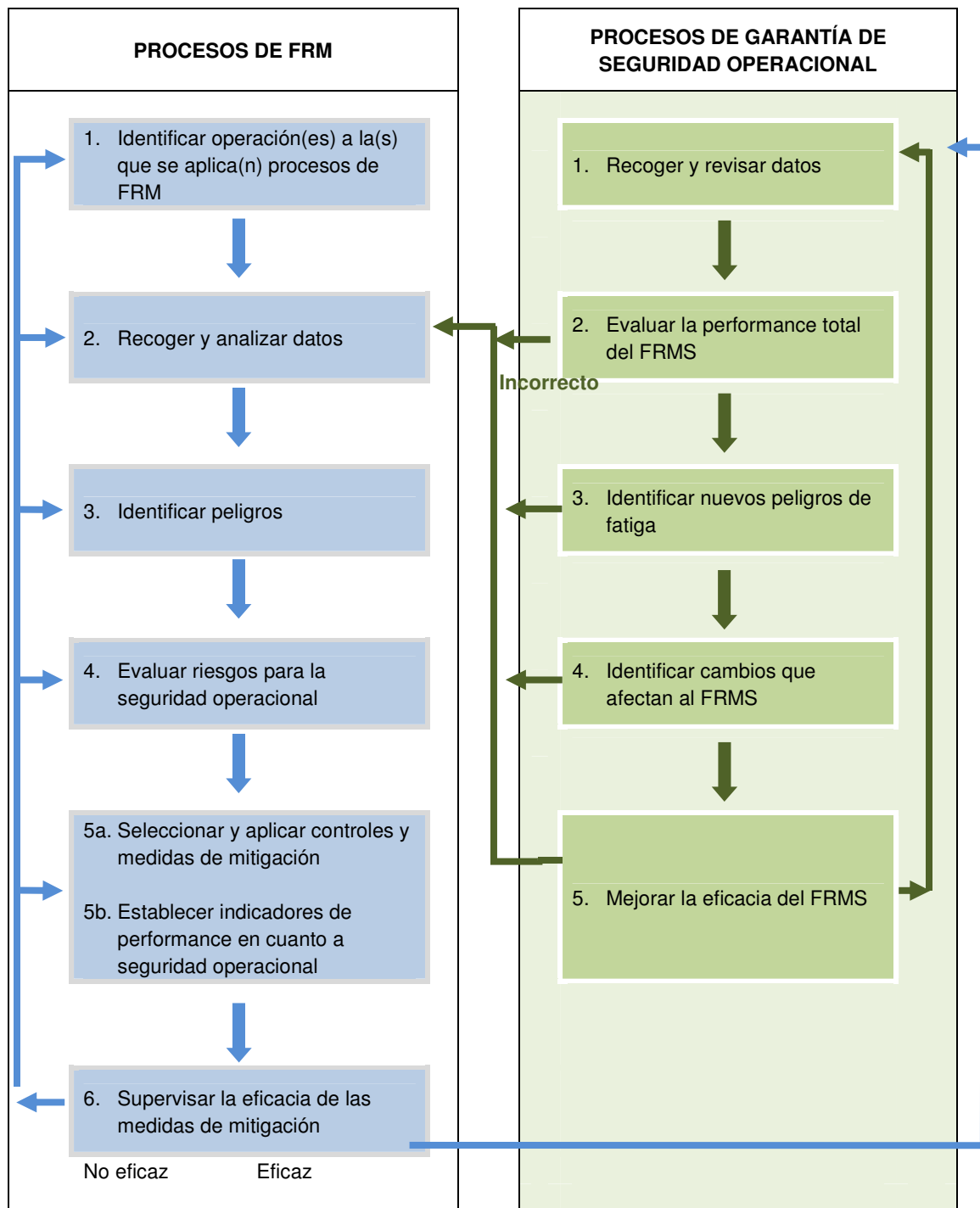
- formula recomendaciones al Equipo de seguridad operacional para operaciones en tierra, según sea necesario, a fin de mejorar el funcionamiento del FRMS;
- formula recomendaciones al Equipo de seguridad operacional para servicios en vuelo, según sea necesario, a fin de mejorar el funcionamiento del FRMS; y
- supervisa los cambios del entorno reglamentario y del entorno operativo que pueden afectar al funcionamiento del FRMS.

En un explotador más pequeño, la responsabilidad de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS podría recaer en un individuo más que en un equipo. Esta persona podría también tener otras funciones diversas de control de calidad. Un único equipo de seguridad podría ser responsable de las operaciones de vuelo, los servicios en vuelo, las operaciones en tierra y el mantenimiento.

#### **5.4 EJEMPLOS DE PROCESOS DE GARANTÍA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL FRMS QUE INTERACTÚAN CON LOS PROCESOS DE FRM**

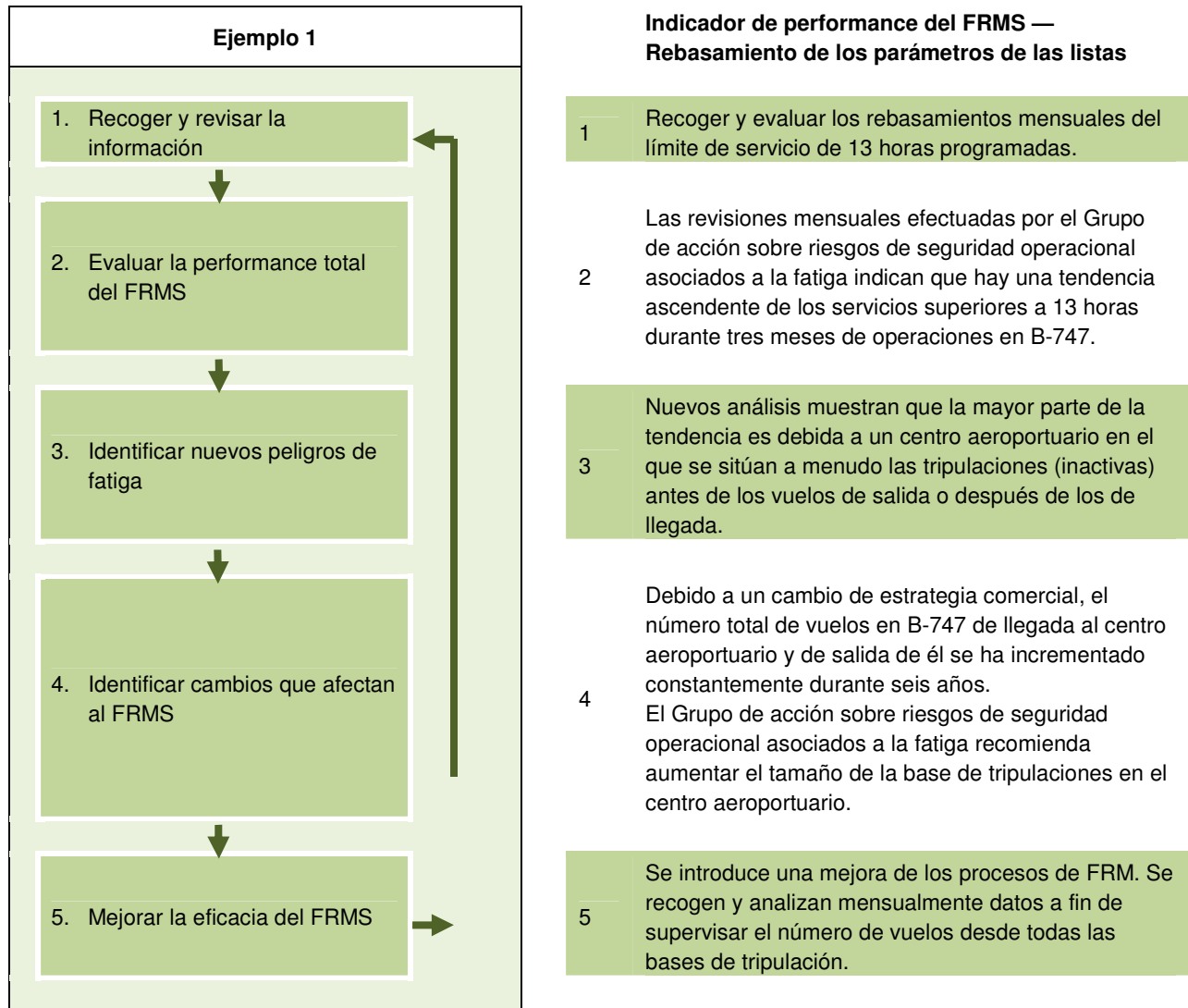
La Figura 5-5 resume las interacciones entre los procesos de FRM y los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. Juntos, estos dos conjuntos de procesos forman el "motor" del FRMS. Ambos funcionan de una manera dinámica en respuesta a la información y los datos recogidos, y cada uno es sensible a cambios en el otro.

Los ejemplos siguientes ilustran algunos de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS y describen las formas específicas en que interactúan con los procesos de FRM.



**Figura 5-5 Interacciones entre procesos de FRM y procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS**





**Figura 5-6 Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS — Ejemplo 1**

En el ejemplo de la Figura 5-6, como resultado de una evaluación del riesgo (Etapa 4 de los procesos de FRM), el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga establece una duración del servicio de 13 horas como uno de sus indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS (SPI). El objetivo es contar con no más de dos instancias de servicios que excedan de 13 horas a la semana en operaciones en B-747. Recopila y evalúa los datos mensuales sobre rebasamientos programados y efectivos del límite de las 13 horas de servicio en todos sus vuelos en B-747 de llegada al centro aeroportuario y de salida de él. Durante tres meses consecutivos, se observa una tendencia creciente de rebasamientos.

En la Figura 5-7 se describe un ejemplo de viaje de corto alcance. En este caso se sigue la discreción del comandante como indicador de la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS. La mayoría de las reglamentaciones estatales permiten aumentar los períodos de servicio el día de la operación, a discreción del comandante en cuestión.

En este ejemplo, en los procesos del FRMS, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga efectuó una evaluación de riesgos (véase la Tabla 4-2 d) y decidió establecer los siguientes umbrales para los vuelos de corta distancia:

- región intolerable — se utilizó la discreción en al menos el 25 por ciento de los períodos de servicio de vuelo en un período de dos meses;
- región tolerable — se utilizó la discreción en el 10 - 25 por ciento de los períodos de servicio de vuelo en un período de dos meses;
- región aceptable — se utilizó la discreción en menos del 10 por ciento de los períodos de servicio de vuelo en un período de dos meses.

Además, deben registrarse los retrasos de más de dos horas y presentarlos al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

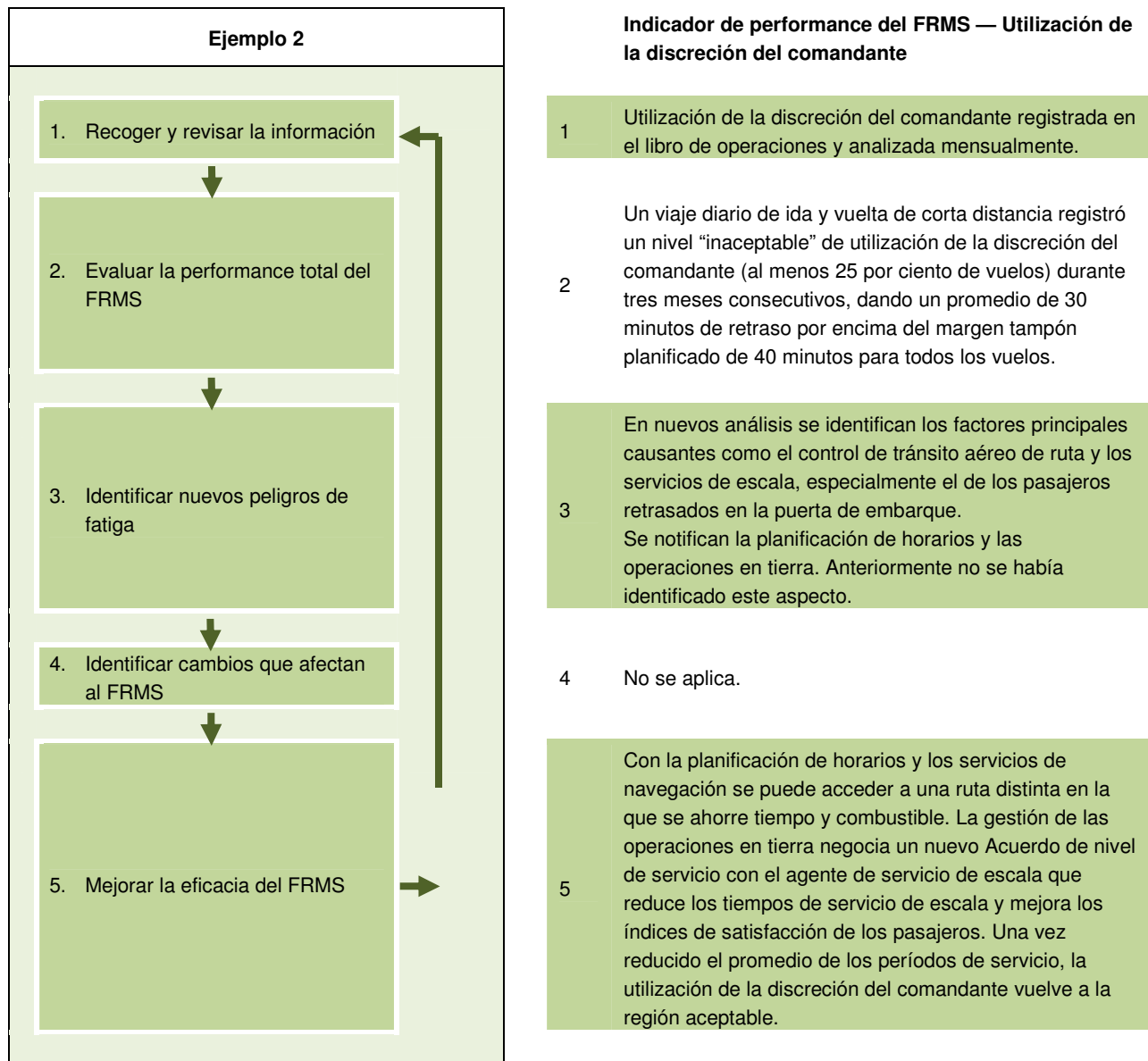
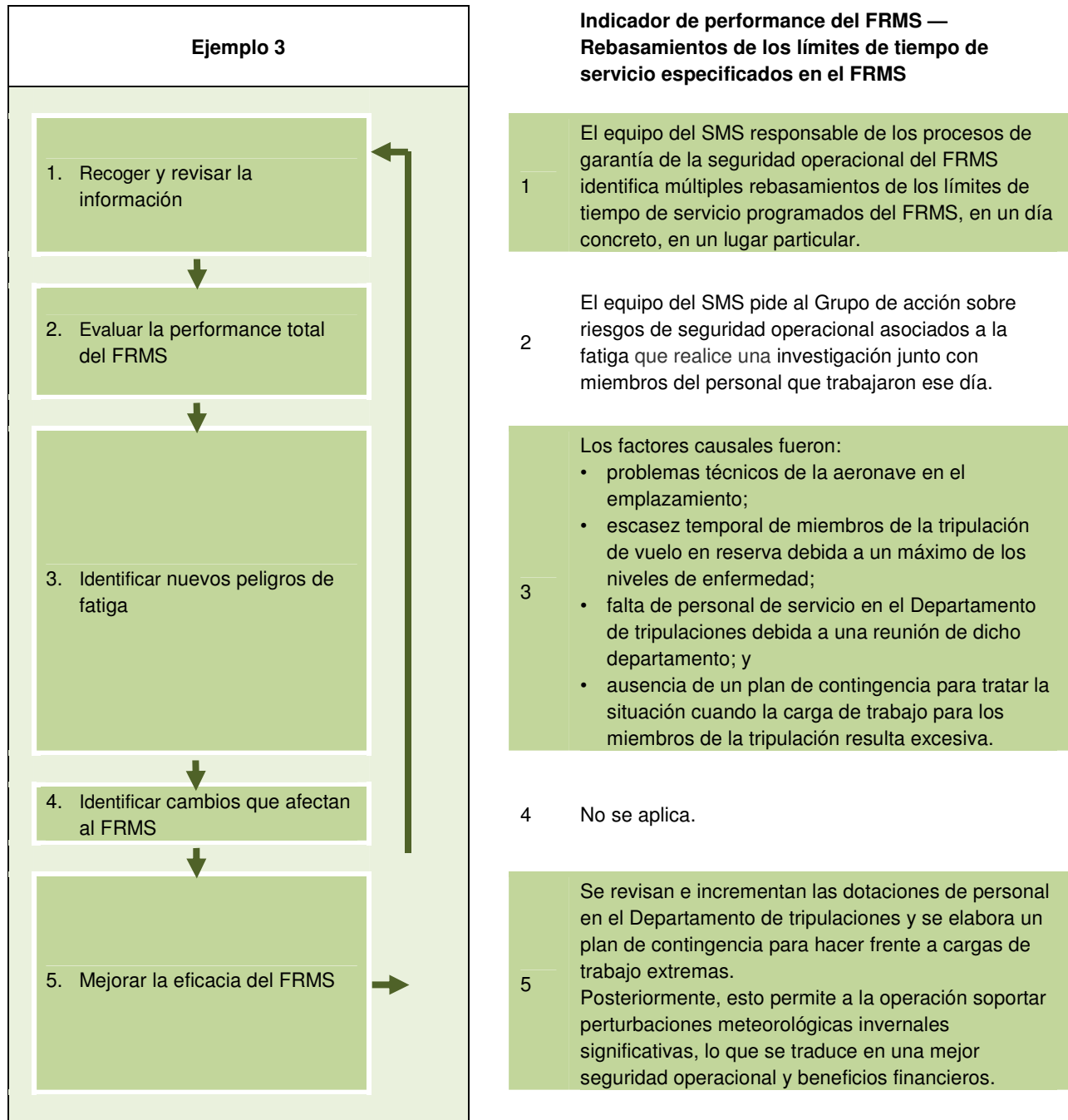


Figura 5-7 Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS — Ejemplo 2

Los datos sobre la utilización de la discreción se recogen en un registro generado por el sistema de gestión de la tripulación del explotador. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga analiza estos datos mensualmente para garantizar que los viajes creados por el soporte lógico de programación sean realistas, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento habituales. Los datos se clasifican por viaje (secuencia de períodos de servicio de vuelo consecutivos), distinguiendo entre los viajes regulares programados (que se repiten durante varios períodos de la lista, por ejemplo, líneas de la oferta mensual) y los viajes que se introducen temporalmente para adaptarse a las variaciones de la programación o a la disponibilidad de miembros de la tripulación en una base de miembros particular. Los datos se analizaron también por rango, categoría y cualificación de miembros de la tripulación para ver, por ejemplo, si hay más miembros de la tripulación de nivel superior que evitan los viajes donde se utiliza más frecuentemente la discreción).

El siguiente ejemplo (Figura 5-8) presenta un explotador en cuyo FRMS se utilizan los valores máximos previstos para los fines de la planificación que caen dentro de los límites establecidos de evaluación de riesgos para el FRMS, aprobados por el encargado de la reglamentación. En este ejemplo, en un día particular en una base de tripulación particular, se ha excedido varias veces el valor máximo de períodos de tiempo de servicio programados definidos en el FRMS.



**Figura 5-8 Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS — Ejemplo 3**

Todo rebasamiento de los tiempos de servicio programados requiere la presentación de un informe al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, que se añade a la documentación del FRMS para la auditoría reglamentaria. Además, los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS exigen la investigación de las razones de cada rebasamiento y, en caso necesario, la adopción de medidas correctivas. En este ejemplo, el equipo del SMS realiza las funciones de garantía de la seguridad operacional del FRMS dentro de sus funciones más amplias de garantía de la seguridad operacional del SMS. Se pretende con ello garantizar que la gestión de los riesgos de fatiga no da lugar a

consecuencias no deseadas en la gestión general de los riesgos, que las medidas adoptadas por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga no se han autosupervisado, y que existe una distribución adecuada de los recursos tanto en el FRMS como en el SMS.

En este ejemplo, la revisión mensual de los rebasamientos realizada por el equipo del SMS responsable de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS identifica un conjunto de rebasamientos que se produjeron el mismo día en el mismo lugar. Lo notifica al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. Dicho grupo entra en contacto con el gerente de la línea responsable de los recursos de tripulación de ese día y le pide que entreviste al personal de guardia de ese día. La investigación revela que hubo una serie de problemas que coincidieron en ese día en particular, los cuales se combinaron produciendo el resultado de rebasamientos múltiples de los límites de tiempo de servicio programados. Es poco probable que se repita esta misma combinación de problemas. Sin embargo, la eficacia del FRMS aumenta mediante una serie de medidas que mejoran la gestión del personal en la oficina de la tripulación, en situaciones de una gran carga de trabajo inesperada.

En los análisis mensuales de los rebasamientos de los límites del tiempo de servicio programado especificados en el FRMS se podría considerar:

- el número total de rebasamientos de Nivel 1 y de Nivel 2;
- las áreas de la organización que intervienen en los rebasamientos;
- las causas y las circunstancias extenuantes; y
- las formas de presentación indebida de los informes de rebasamiento.

El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga es responsable del desarrollo y aplicación de toda medida de mitigación recomendada, consultando con el equipo encargado de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.

La Figura 5-9 describe un ejemplo en el que se utiliza otro tipo de indicador de performance en cuanto a garantía de la seguridad operacional del FRMS — un código incorporado en el soporte lógico de elaboración de los turnos que indica cuándo un miembro de la tripulación se está acercando al límite máximo de horas permitidas de vuelo mensuales. Si se fija el código para que alerte por debajo del límite de las horas de vuelo definidas en la política del FRMS, se crea un tampón que da cierta flexibilidad y reduce el riesgo de rebasamiento. En efecto, el sistema actúa como nivel de alerta.

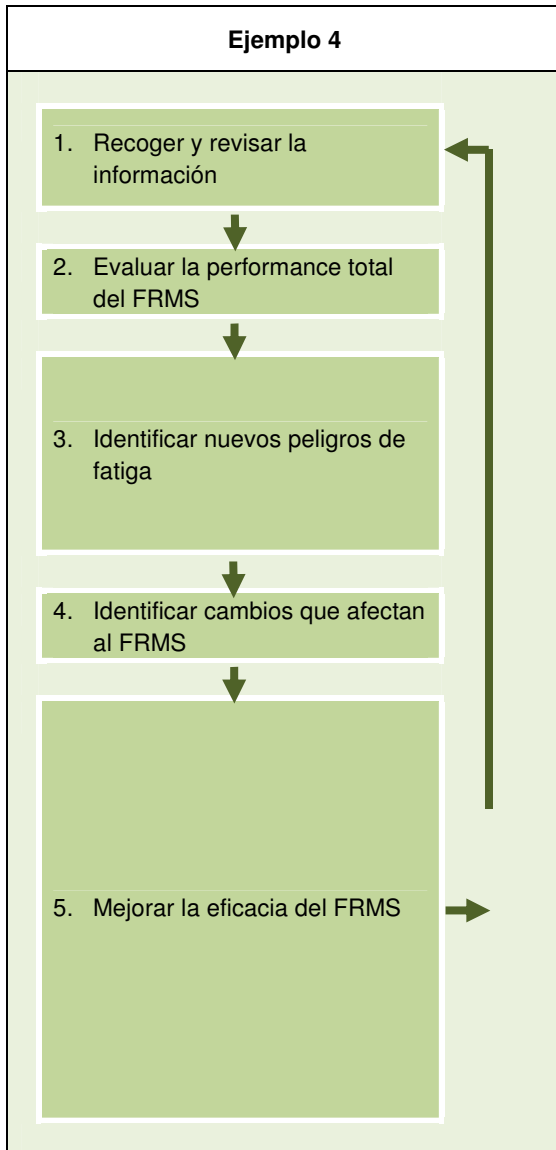
Cada mes, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga analiza la frecuencia con la que se activa el código, es decir, la frecuencia con la que los miembros de la tripulación se acercan al máximo de horas mensuales de vuelo, y dónde sucede esto. Una tendencia creciente en el código indica que la carga de trabajo es cada vez mayor para los miembros de la tripulación de vuelo y ello puede ser debido a un número creciente de vuelos programados, o a una reducción del número de miembros de la tripulación a disposición para volarlos, o a ambos. Se efectúan también análisis estacionales a fin de indicar si se trata de un patrón cíclico normal que exige actuaciones correctivas a corto plazo o de una tendencia al alza aparte que requiere la adopción de medidas de corrección a largo plazo.

En el Ejemplo 4, los análisis mensuales del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga revelaron que las ocasiones de horas de vuelo programadas y reales en que saltó el código habían aumentado durante el mes de julio, en comparación con las de junio para los capitanes de una base de tripulación en particular.

*Nota.— Es posible incorporar diversos códigos en el soporte lógico de las listas de turnos para ver cuándo los diferentes parámetros de dichos turnos se acercan a los límites especificados en el FRMS. Estos códigos se pueden separar según categorías, por ejemplo, por flota, por rango del miembro de la tripulación y por base de la tripulación, y se analizan de diversas maneras, incluyendo:*

- el número de veces que saltan los códigos para los turnos reales y los programados;

- el análisis del límite de horas de servicio o de vuelo al que se acerca con mayor frecuencia y en la parte de la operación en que es más probable que ello suceda;
- las tendencias de un mes a otro en el número de códigos que saltan;
- las tendencias continuas de 13 meses (rehaciendo el cálculo en cada uno de los 13 meses para cubrir el ciclo completo de cambios estacionales);
- las tendencias a largo plazo, por ejemplo, las tendencias a tres años por rango del miembro de la tripulación.



**Indicador de performance del FRMS — Seguimiento del código de horas de vuelo mensuales**

1	El código (horas programadas y reales) salta para los comandantes de la Base de tripulación A más frecuentemente en julio que en junio.
2	El código se refiere al límite de 100 horas de vuelo en 28 días consecutivos.
3	Nuevos análisis muestran que el número de comandantes disponibles en la Base de tripulación A es estable durante los tres últimos meses. No obstante, cada vez se destinan más comandantes de la Base de tripulación A para cubrir la escasez de comandantes en la Base de tripulación B.
4	No se aplica.
5	Se añaden comandantes de la Base de tripulación C a la lista de turnos para ayudar a paliar la escasez de la Base de tripulación B. Los comandantes de la Base de tripulación A, a los que la Base de tripulación B ha asignado servicios de vuelo, están limitados a la operación de vuelos más cortos para contribuir a reducir sus horas de vuelo totales. En agosto, el número de veces que salta el código disminuye para los servicios de la lista de turnos de los comandantes de la Base de tripulación A. Los análisis posteriores indican que este cambio ha reducido la utilización de comandantes en reserva e incrementa la estabilidad de la lista de turnos.

**Figura 5-9 Procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS — Ejemplo 4**

## Capítulo 6. Procesos de promoción del FRMS

### 6.1 INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS DE PROMOCIÓN DEL FRMS

En este capítulo se detallan los requisitos para los procesos de promoción del FRMS que incluyen programas de instrucción y un plan de comunicación. La Figura 6-1 describe los vínculos entre los procesos de promoción del FRMS y otros componentes de dicho FRMS. Junto a la política y la documentación del FRMS, los procesos de promoción del FRMS apoyan las actividades básicas de funcionamiento del FRMS (procesos de FRM y procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS).

Al igual que en el SMS, el FRMS se basa en la comunicación efectiva en toda la organización del explotador<sup>1</sup>. Por un lado, es necesario que haya una comunicación regular sobre las actividades y la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS a todas las partes interesadas. Dependiendo de la estructura de la organización, esto puede venir del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, del SMS, o de un ejecutivo responsable del plan de comunicación del FRMS. Por otro lado, los miembros de la tripulación y otras partes interesadas deben comunicar rápida y claramente los problemas sobre los riesgos de fatiga al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga o a otra entidad de gestión pertinente.

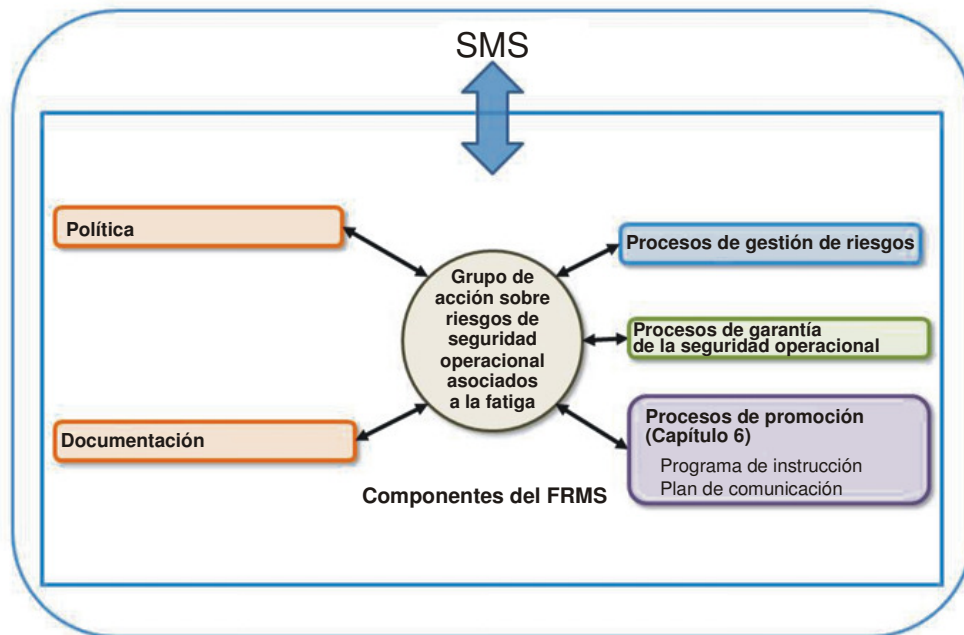


Figura 6-1 Vínculos entre los procesos de promoción del FRMS y otros componentes del FRMS

<sup>1</sup> Manual de gestión de la seguridad operacional, de la OACI (Doc 9859), Sección 9.1.

Todo el personal que interviene debe estar capacitado y ser competente para llevar a cabo sus responsabilidades en el FRMS, y las normas para la formación inicial y periódica deben especificarse en la documentación del FRMS. Una característica especial en la instrucción sobre el FRMS es que los principios fundamentales de la ciencia —la gestión del sueño y la comprensión de los efectos del reloj corporal circadiano— atañen no sólo a los roles de los individuos en el FRMS en el trabajo, sino también a su vida fuera del trabajo, por ejemplo, en la conducción con seguridad de vehículos de motor y para mantenerse saludable. Así, la capacitación en FRMS trata problemas con los que todo el mundo puede identificarse, y esto puede ayudar a promover el concepto de responsabilidad compartida en un FRMS.

Los requisitos de la OACI para la promoción del FRMS son los siguientes (Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I).

**Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I**  
**4. Procesos de promoción del FRMS**

Los procesos de promoción del FRMS respaldan el desarrollo permanente del FRMS, la mejora continua de su actuación global y el logro de niveles óptimos de seguridad operacional. El explotador establecerá y aplicará lo siguiente, como parte de su FRMS:

- a) programas de instrucción para asegurar que la competencia corresponda a las funciones y responsabilidades de la administración, las tripulaciones de vuelo y de cabina, y todo otro miembro del personal que participe en el marco del FRMS previsto; y
- b) un plan de comunicación FRMS eficaz que:
  - 1) explique los criterios, procedimientos, y responsabilidades de todos los que participan; y
  - 2) describa las vías de comunicación empleadas para recopilar y divulgar la información relacionada con el FRMS.

## 6.2 PROGRAMAS DE INSTRUCCIÓN EN FRMS

Además de los requisitos anteriores, en el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, se exige a un explotador que mantenga la documentación relativa al FRMS, en la que se describirá y registrarán las necesidades de capacitación y los registros de asistencia. Recomienda además que los encargados de la reglamentación establezcan requisitos de competencia para los instructores de capacitación en FRMS que pueden formar parte del departamento interno de instrucción de un explotador, o pertenecer a contratistas externos.

### 6.2.1 Los que necesitan recibir instrucción

Para que el FRMS sea eficaz, todo el personal que contribuye a la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS debe tener una formación adecuada. En ello se incluyen los miembros de la tripulación, los programadores de tripulaciones, los despachadores, los encargados de las decisiones operativas, todos los miembros del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, y el personal que participa en la evaluación general del riesgo operacional y la asignación de recursos. También se incluye a la alta dirección, en particular, al ejecutivo responsable del FRMS y a las direcciones superiores en cualquier departamento de gestión de las operaciones del FRMS.



### 6.2.2 Programa de enseñanza

El contenido de los programas de formación debe adaptarse de acuerdo con los conocimientos y habilidades necesarios para que cada grupo desempeñe su papel de manera efectiva en el FRMS. Todos los grupos necesitan una formación básica acerca de la dinámica de la pérdida y la recuperación del sueño, los efectos del ciclo diario del reloj corporal circadiano, la influencia de la carga de trabajo, y las formas en que interactúan estos factores con las exigencias operacionales que producen la fatiga (véase el Capítulo 2). Además, en todos los grupos es útil disponer de información sobre cómo manejar su fatiga personal y los problemas del sueño.

En la orientación sobre el SMS (Doc 9859) de la OACI, se recomienda una "construcción modular" para la instrucción. Aplicando este enfoque al FRMS, la instrucción de los **miembros de la tripulación** podría abordar las siguientes áreas:

- una panorámica de la estructura del FRMS y de la forma en que trabaja en la organización del explotador;
- sus responsabilidades y las del explotador en el FRMS, incluyendo la información eficaz sobre la seguridad operacional;
- las causas y consecuencias de la fatiga en la operación u operaciones en las que trabajan;
- los procesos de FRM en los que desempeñan un papel vital, particularmente en la utilización de los sistemas de información sobre la fatiga y en la aplicación de medidas de mitigación;
- la importancia de contar con datos precisos sobre la fatiga (subjetivos y objetivos);
- la forma de identificar la fatiga en sí mismos y en los demás;
- las estrategias personales que pueden utilizar para mejorar su sueño en casa y minimizar los riesgos de fatiga propios y los de los demás cuando están de servicio; y
- la información básica sobre las perturbaciones del sueño y su tratamiento, dónde recabar ayuda si se necesita y todo requisito relativo a la capacidad de volar.

La instrucción en FRMS para el personal que participa en la **programación de tripulaciones** podría abordar las siguientes áreas:

- una panorámica de la estructura del FRMS y de la forma en que trabaja en la organización del explotador, incluyendo los conceptos de responsabilidad compartida y una cultura de notificación eficaz;
- una comprensión sólida de la forma en que la programación de horarios afecta a las oportunidades de sueño y puede interrumpir el ciclo del reloj biológico circadiano, el riesgo de fatiga que esto genera, y la manera en que se puede mitigar mediante la programación;
- la instrucción integral en la utilización y las limitaciones de las herramientas de programación y los modelos biomatemáticos u otros algoritmos que se pueden utilizar para predecir los niveles de fatiga de los miembros de la tripulación en los horarios y las listas;
- su papel en el FRMS en relación con la identificación de los peligros asociados a la fatiga y la evaluación de riesgos;
- los procesos y procedimientos para evaluar el posible efecto en la fatiga de los cambios de programación previstos, y para garantizar que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga participa

desde el primer momento en la planificación de los cambios que tienen gran potencial para aumentar el riesgo asociado a la fatiga;

- los procesos y procedimientos para aplicar los cambios de programación recomendados por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga;
- la forma de identificar la fatiga en sí mismos y en los demás;
- las estrategias personales que pueden utilizar para mejorar su sueño en casa y minimizar los riesgos de fatiga propios, y los de los demás, cuando están de servicio; y
- la información básica sobre las perturbaciones del sueño y su tratamiento, así como sobre dónde recabar ayuda si se necesita.

La instrucción en FRMS para los **miembros del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga**, y de otros con responsabilidad en la toma de decisiones sobre seguridad operacional que afecte a la performance del FRMS, podría abordar (al menos) las siguientes áreas:

- una comprensión completa de todos los componentes y elementos del FRMS (la política y la documentación, los procesos de identificación de peligros, la evaluación de los riesgos, la mitigación y seguimiento; los procesos de garantía de la seguridad operacional para la supervisión de la performance del FRMS, la gestión del cambio y la mejora continua del FRMS; y los procesos de promoción del FRMS, incluidas la instrucción y la comunicación);
- las responsabilidades y rendición de cuentas de las diferentes partes que intervienen en el FRMS;
- los vínculos entre el FRMS y partes del sistema de gestión de la seguridad operacional general del explotador;
- los vínculos entre el FRMS y otras partes de la organización, por ejemplo, el departamento de programación de horarios, las operaciones de vuelo, o el departamento médico;
- los requisitos reglamentarios aplicables al FRMS;
- la forma de identificar la fatiga en sí mismos y en los demás;
- las estrategias personales que pueden utilizar para mejorar su sueño en casa y minimizar los riesgos de fatiga propios, y los de los demás, cuando están de servicio; y
- la información básica sobre las perturbaciones del sueño y su tratamiento, así como sobre dónde recabar ayuda si se necesita.

La instrucción en FRMS para la **dirección superior** podría abordar las siguientes áreas:

- una comprensión general de la fatiga de los miembros de la tripulación y de los riesgos de seguridad operacional que conlleva para la organización;
- una panorámica de la estructura del FRMS y de la forma en que trabaja, incluyendo los conceptos de responsabilidad compartida y una cultura de notificación eficaz, así como el papel del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga;
- las responsabilidades y rendición de cuentas de las diferentes partes que intervienen en el FRMS, incluidos ellos mismos;

- una panorámica de los tipos de estrategias de mitigación de la fatiga que se utilizan en la organización;
- las mediciones de la garantía de la seguridad operacional del FRMS que utiliza la organización;
- los vínculos entre el FRMS y partes del sistema de gestión de la seguridad operacional general del explotador;
- los vínculos entre el FRMS y otras partes de la organización, por ejemplo, el departamento de programación de horarios, las operaciones de vuelo, o el departamento médico;
- los requisitos reglamentarios aplicables al FRMS;
- la forma de identificar la fatiga en sí mismos y en los demás;
- las estrategias personales que pueden utilizar para mejorar su sueño en casa y minimizar los riesgos de fatiga propios, y los de los demás, cuando están de servicio; y
- la información básica sobre las perturbaciones del sueño y su tratamiento, así como sobre dónde recabar ayuda si se necesita.

Puede disponerse libremente en internet de ejemplos de materiales de capacitación desarrollados por el programa de la NASA *Fatigue Countermeasures Program* para las operaciones de vuelo en los distintos tipos de operaciones<sup>2</sup>.

- Puede disponerse del paquete genérico original de instrucción “*Crew Factors in Flight Operations X: Alertness Management in Flight Operations Education Module*” en:  
[http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020078410\\_2002126547.pdf](http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020078410_2002126547.pdf)
- Puede disponerse del paquete de instrucción “*Crew Factors in Flight Operations XIV: Alertness Management in Regional Flight Operations Education Module*” en:  
[http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/PDF\\_pubs/REGETM\\_XIV.pdf](http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/PDF_pubs/REGETM_XIV.pdf)
- Puede disponerse del paquete de instrucción “*Crew Factors in Flight Operations XV: Alertness Management in General Aviation Education Module*” en:  
[http://humanfactors.arc.nasa.gov/publications/B\\_Flight\\_Ops\\_XV\\_GAETM1.pdf](http://humanfactors.arc.nasa.gov/publications/B_Flight_Ops_XV_GAETM1.pdf)

Estos programas de instrucción se basan en datos de seguridad operacional relacionados con la fatiga y en la investigación científica. Cada paquete incluye una presentación de diapositivas con texto explicativo. Se han diseñado para que los utilicen como recurso personal los miembros de la tripulación y/o en forma de presentación en vivo que dura al menos una hora. Además, los módulos de la aviación regional y el general incluyen resúmenes de una serie de estudios de la NASA e informes de seguridad operacional. Cabe señalar que estos materiales datan de 2001-2002 y han de ser actualizados para incluir datos más recientes de seguridad operacional y científicos y para reflejar las condiciones de operación actuales. No obstante, ofrecen ejemplos útiles del tipo y nivel de información que se pueden utilizar en la formación inicial sobre el FRMS, en particular para las tripulaciones de vuelo. Son ejemplos útiles, pero cada explotador tendrá que mirar la pertinencia de los materiales de entrenamiento para sus necesidades operativas específicas.

La Tabla 6-1 ofrece algunos ejemplos de estrategias personales de mitigación de la fatiga que pueden incluirse en la capacitación sobre el FRMS para miembros de la tripulación.

---

<sup>2</sup> Direcciones web precisas en enero de 2012.

**Tabla 6-1 Ejemplos de peligros de fatiga y estrategias personales de mitigación  
(no es una lista exhaustiva)**

Peligro de fatiga	Estrategias personales de mitigación
Sueño en el hogar perturbado por un nuevo bebé	Trasladarse a una parte tranquila de la casa para lograr un sueño final antes de partir. Maximizar el sueño en 24 horas antes de partir. Descanso controlado en el puesto de pilotaje, maximizar el sueño durante períodos de descanso en vuelo (si se dispone de ellos). Utilización estratégica de la cafeína en vuelo.
Somnolencia a bordo en vuelos no reforzados	Maximizar el sueño en 24 horas antes de partir. Descanso controlado en el puesto de pilotaje, utilización estratégica de la cafeína en vuelo.
Dificultad para dormir en las dependencias de descanso de la tripulación a bordo	Maximizar el sueño en 24 horas antes de partir. Utilizar mascarar para los ojos, tapones de oídos, preparar una llamada de despertador adecuada. Evitar la cafeína durante 3-4 horas antes de tratar de dormir. Utilización estratégica de la cafeína tras el período de descanso en vuelo.
Dificultad para dormir en habitaciones ruidosas, con pocas cortinas en el hotel de escala	Presentar un informe de fatiga al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. Utilizar mascarar para los ojos, tapones de oídos, preparar una llamada de despertador adecuada. Evitar la cafeína durante 3-4 horas antes de tratar de dormir.
Sueño no recuperador	Ver a un especialista en alteraciones del sueño. Cumplir plenamente el tratamiento recomendado.
Llamadas imprevistas	Velar por que el entorno del sueño sea oscuro y tranquilo, y utilizar medidas de higiene para maximizar la calidad del sueño. Maximizar el sueño de recuperación en los días libres. Si se siente sueño al esperar la llamada de despertador, tratar de dormir (dar prioridad al sueño respecto a otras actividades). Descanso controlado en el puesto de pilotaje, maximizar el sueño durante períodos de descanso en vuelo (si se dispone de ellos). Utilización estratégica de la cafeína en vuelo.
Una pareja específica de ciudades da lugar a un aterrizaje cuando se está extremadamente fatigado	Presentar un informe de fatiga al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. Descanso controlado en el puesto de pilotaje Maximizar el sueño durante períodos de descanso en vuelo (si se dispone de ellos). Utilización estratégica de la cafeína en vuelo.
Desplazamiento largo desde el domicilio antes del período de servicio programado	Llegar al lugar del servicio con tiempo suficiente para lograr un sueño adecuado, Llegar en buena forma al servicio.

### 6.2.3 Formatos y frecuencia de la instrucción en FRMS

Hay diversas maneras de impartir la instrucción en FRMS, cada una de las cuales tiene ventajas y limitaciones. Las sesiones en vivo de formación con un instructor capacitado tienen la ventaja de que los miembros de la tripulación pueden hacer preguntas acerca de sus problemas o preocupaciones específicas, y aprender de las experiencias mutuas. El contacto cara a cara con los diferentes actores del FRMS puede facilitar las relaciones y el intercambio de información y fomentar la confianza. Sin embargo, la instrucción en directo requiere la coordinación de una hora y de un lugar al que los grupos de participantes puedan asistir, e implica tiempo para llegar al recinto y regresar de él, además del tiempo necesario para la propia sesión de instrucción.

La instrucción basada en la web o el aprendizaje distribuido (por ejemplo, utilizando DVD) permite una mayor flexibilidad en el tiempo y el lugar en los que se imparte la instrucción. La participación individual permite a los participantes avanzar a su propio ritmo mediante los materiales de capacitación. En la instrucción basada en la web, las sesiones pueden interconectarse para que varios participantes puedan unirse con un tutor en línea. El material también se puede hacer interactivo (una tarea que hay que realizar, por ejemplo, las respuestas a un breve cuestionario, antes de que el participante pueda pasar a la siguiente parte de la formación). Los participantes y los tutores pueden interactuar a través "salas de charla" específicas. Los programas del aprendizaje basado en la web pueden también dirigir a los participantes a explorar otros diversos recursos disponibles en Internet. Por otro lado, es más difícil de eliminar "trampas" al cumplimentar las evaluaciones del aprendizaje en línea que cuando se rellenan en un aula. Ello puede ser importante para la evaluación de la formación (véase más adelante).

El hecho de aportar diversos materiales y formatos para la instrucción periódica puede ayudar a mantener el interés. Por ejemplo, los informes recientes de fatiga o las intervenciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga se pueden utilizar como estudios de caso para ilustrar y revisar conceptos tratados en el material de instrucción inicial. La instrucción periódica también puede cubrir los cambios en las operaciones o del FRMS, así como las actualizaciones científicas y reglamentarias. La frecuencia y la naturaleza de la instrucción periódica tienen que ser decididas por el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga consultando con entrenadores profesionales (internos o externos al explotador), según sea necesario. Muchos entes encargados de la reglamentación pueden establecer requisitos sobre la frecuencia de la instrucción en FRMS.

### 6.2.4 Evaluación de la instrucción en FRMS

Hay que evaluar periódicamente la efectividad de los programas de instrucción y formación en el FRMS. Entre los ejemplos de instrumentos de evaluación están los siguientes:

- Para evaluar la transferencia inmediata de conocimientos resultante de una sesión de instrucción, puede presentarse a los participantes un pequeño cuestionario de evaluación de los conocimientos sobre la fatiga que deberán cumplimentar antes y después de la sesión (para ejemplo de ello, véase el texto encuadrado de más adelante).
- Para evaluar el volumen de conocimientos retenidos, la utilización por los miembros de la tripulación de las estrategias propuestas para combatir la fatiga y la utilidad percibida de la instrucción, puede realizarse una encuesta en un momento determinado tras la instrucción (por ejemplo, seis meses después).
- Las conclusiones del cuestionario y las encuestas pueden utilizarse para:
  - revisar el contenido del módulo de instrucción, a fin de mejorar el entrenamiento en temas que no ha comprendido una parte significativa de los miembros de la tripulación;
  - aportar información de retorno a los instructores sobre materias en las que pueden tener que cambiar o mejorar sus enfoques didácticos; e
  - identificar áreas que hay que revisar o añadir a la instrucción periódica.

<b>Cuestionario (utilización previa y posterior a la instrucción inicial)</b>	
<b>Diga si los siguientes postulados son ciertos o falsos</b>	<b>Marcar la casilla de cada cuestión</b>
1. El sueño es un período en que el cerebro se desconecta.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
2. Dormir con sueños es mejor que hacerlo sin ellos.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
3. Al final, la única forma de terminar con la somnolencia es dormir.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
4. Se puede siempre combatir la somnolencia, si se intenta seriamente.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
5. Cuando se tiene sueño, el tiempo de reacción disminuye.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
6. La siesta es signo de pereza.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
7. El reloj corporal circadiano se adapta fácilmente para dormir durante el día.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
8. El reloj corporal circadiano hace que se sienta más sueño dos veces al día, entre las 3 y las 5 de la mañana y entre las 3 y las 5 de la tarde.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
9. La rutina de las horas de sueño puede ayudar a dormirse más fácilmente.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
10. Una habitación oscura y tranquila ayuda a dormir mejor.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
11. Si se bebe demasiado café y no se puede dormir, se debe beber algo de alcohol para relajarse.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
12. Aunque no se tenga sueño, se debe iniciar cada vuelo con una taza de café para combatir la fatiga.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
13. Si al encontrarse en el puesto de pilotaje se siente una somnolencia enorme, lo mejor es no decirlo a nadie y tratar más intensamente de mantener la concentración.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso
14. La fatiga no debe ser un problema si los horarios se han concebido adecuadamente.	<input type="checkbox"/> Cierto <input type="checkbox"/> Falso

### 6.2.5 Documentación de la instrucción en FRMS

En el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, se exige a un explotador que mantenga la documentación relativa al FRMS, en la que se describirá y registrarán las necesidades de capacitación y los registros de asistencia.

### 6.3 PLAN DE COMUNICACIONES DEL FRMS

En el Apéndice 8 al Anexo 6, Parte I, de la OACI, se exige a un explotador que tenga un plan de comunicación FRMS que:

- explique los criterios, procedimientos, y responsabilidades del FRMS a todos los que participan; y
- describa las vías de comunicación empleadas para recopilar y divulgar la información relacionada con el FRMS.

Los programas de capacitación del FRMS constituyen sin duda una parte importante del plan de comunicación. No obstante, la capacitación se produce en general a intervalos bastante largos (por ejemplo, anualmente). Además, es necesario que haya una comunicación permanente con las partes interesadas sobre las actividades y la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS, para evitar la fatiga "en el radar" y alentar el compromiso continuo de todos los interesados. Pueden utilizarse diversos tipos de comunicación, incluidos los medios electrónicos (páginas web, foros en línea, correo electrónico), las hojas informativas, los boletines, los seminarios y las campañas periódicas de carteles en lugares estratégicos.

Las comunicaciones acerca de las actividades y la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS (procedente del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga u otra entidad de gestión determinada) deben ser claras, oportunas y creíbles, es decir, en consonancia con los hechos y con las declaraciones anteriores. La información también debe adaptarse a las necesidades y funciones de los diferentes grupos de interés, a fin de no inundarlos con una gran cantidad de información de poca importancia para ellos.

Las comunicaciones de los miembros de la tripulación son de vital importancia para la identificación de los peligros asociados a la fatiga, la retroinformación sobre la efectividad de los controles y medidas de mitigación, y la información sobre la performance de los indicadores de seguridad operacional del FRMS (por ejemplo, al participar en encuestas y en estudios de seguimiento de la fatiga). Para que estas comunicaciones sean abiertas y honestas, todos los interesados en el FRMS han de comprender claramente las políticas que rigen la confidencialidad de los datos y la utilización ética de la información proporcionada por los miembros de la tripulación. También es necesario que haya claridad sobre los límites que separan los eventos de seguridad operacional no relacionados con la fatiga de las transgresiones deliberadas que puedan ser motivo de sanciones.

La retroinformación oportuna a los miembros de la tripulación que presenten informes de fatiga es vital. Esta información no exige la realización de una investigación completa. Todo miembro de la tripulación debe recibir una respuesta oportuna a su informe con alguna indicación de la actividad prevista de seguimiento. Por ejemplo, "Para el comandante Smyth; gracias por su informe de fatiga de ayer en el vuelo 123 de AA a ZZ. Este informe ha sido remitido al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, que está investigando actualmente una tendencia adversa en los informes de fatiga asociada con este viaje y está evaluando una serie de posibles estrategias de mitigación".

El plan de comunicación debe describirse en la documentación del FRMS y evaluarse periódicamente dentro de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.

---





## Capítulo 7. Decisión de establecer normas para el FRMS

El FRMS requiere un enfoque normativo basado en la performance, y cualquier reglamentación basada en la performance presenta desafíos particulares para el encargado de la reglamentación. En lugar de identificar y a continuación vigilar el cumplimiento de los requisitos establecidos, la reglamentación basada en la performance requiere la identificación de resultados de performance aceptables y la validación del sistema por el que los resultados se han logrado. Esta diferencia de enfoque requiere un cambio en la base de conocimientos y habilidades de las personas que intervienen en la elaboración del reglamento y en la vigilancia de estos sistemas. También repercute en la interacción entre el encargado de la reglamentación y el explotador, y sobre los recursos del ente encargado de la reglamentación.

No obstante, de acuerdo con la sección 4.10.1 del Anexo 6, Parte I, el encargado de la reglamentación no tiene que elaborar reglamentación del FRMS. Sólo es obligatoria la normativa de limitación del tiempo vuelo y de servicio. En este capítulo se analizan algunas de las cuestiones que se deben considerar al tomar la decisión de prever una reglamentación del FRMS y el momento de establecer las normas.

### 7.1 DETERMINACIÓN DE SI EL SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL ESTADO ESTÁ SUFICIENTEMENTE MADURO

EL FRMS ofrece la posibilidad de mejorar la performance en cuanto a seguridad operacional y permitir una mayor flexibilidad operativa. Sin embargo, para que estas ventajas se materialicen, la vigilancia regulatoria acompañada de la experiencia y los conocimientos es tan esencial como la aplicación efectiva por los explotadores, ya que el FRMS es un enfoque basado en la performance. Los encargados de la reglamentación que no han tenido una experiencia significativa con la normativa basada en la performance deben considerar muy cuidadosamente si cuentan con los recursos para desarrollar y supervisar las normas del FRMS.

La medida de la Falta de aplicación eficaz (LEI) de un Estado, identificada durante la participación en el Programa universal de auditoría de la vigilancia de la seguridad operacional (USOAP) de la OACI puede ofrecer cierta orientación a los Estados en cuanto a su capacidad de reglamentar y vigilar un FRMS. Las auditorías USOAP se centran en la capacidad del Estado para vigilar la seguridad operacional evaluando si se han aplicado efectivamente los elementos cruciales de un sistema de vigilancia de la seguridad operacional [para más detalles, véase el *Manual de vigilancia de la seguridad operacional* (Doc 9734) de la OACI]. Además, la medición LEI se basa en las cuestiones aplicables del protocolo USOAP que no aborda satisfactoriamente el Estado para cada elemento crucial. En consecuencia, la LEI puede utilizarse como medida de la madurez del sistema de vigilancia del Estado.

Un Estado con puntuación LEI baja (<30 por ciento) debe ya contar con lo siguiente:

- una reglamentación amplia conforme a las normas internacionales
- una vigilancia reglamentaria congruente
- una investigación efectiva de incidentes y accidentes
- el empleo de un número suficiente de personas cualificadas
- el cumplimiento firme de los requisitos reglamentarios de la industria
- un sistema efectivo de información de peligros e incidentes
- la coordinación congruente de los programas regionales
- la notificación y análisis efectivos de los peligros e incidentes de la industria.

Esto significa que un Estado con puntuación LEI baja está en condiciones de concentrarse en las siguientes áreas:

- la aplicación plena de su programa estatal de seguridad operacional (SSP)
- la utilización de la tecnología para mejorar la seguridad operacional
- la mejora continua del sistema de aviación civil
- la utilización firme de los sistemas de gestión de la seguridad operacional (SMS) por la industria
- la adopción congruente por la industria de prácticas óptimas industriales
- la adhesión de la industria a las estrategias de seguridad

La reglamentación eficaz del FRMS exige centrarse en estas áreas. Los Estados con una nota LEI media (30-50 por ciento) o alta (> 50 por ciento) no tienen sistemas de vigilancia de la seguridad operacional lo suficientemente maduros como para poder centrarse en estas áreas y es probable que tengan dificultades para reglamentar y supervisar adecuadamente el FRMS.

## **7.2 ¿CONTAMOS CON LOS RECURSOS ADECUADOS?**

Los nuevos enfoques reglamentarios crean una mayor carga de trabajo normativa inicial. Para los Estados, la decisión de permitir a sus explotadores la posibilidad de recurrir al FRMS significará el establecimiento de normas basadas en la performance conformes a las normas de la OACI para el FRMS, sin dejar de mantener y supervisar las limitaciones preceptivas de tiempo de vuelo y de servicio. Los empleados estatales nombrados para encargarse de la elaboración de los reglamentos y la supervisión del FRMS tendrán que tener conocimientos, experiencia y formación adecuados sobre la ciencia de la fatiga y el FRMS, e inicialmente pueden necesitar el apoyo de científicos/especialistas de la fatiga como asesores. Una familiarización profunda con este manual es un buen comienzo, pero puede ser necesaria más capacitación y la recopilación de información y puede ser precisa la consulta con la OACI o con otros Estados que dispongan de reglamentos y prácticas del FRMS más avanzados y consolidados.

La planificación detallada para determinar las tareas necesarias en apoyo del desarrollo reglamentario del FRMS maximizará las oportunidades de un Estado para la adopción de procesos acordes con los recursos. En la mayoría de los casos esto puede justificar la actividad inicial que adopta un enfoque gradual y por etapas de elaboración de los reglamentos del FRMS, por ejemplo, actualizando las limitaciones preceptivas de tiempo de vuelo y de servicio y desarrollando conocimientos especializados y habilidades sobre fatiga para el personal de inspección, antes del inicio del proceso de reglamentación del FRMS.

La planificación detallada proporcionará una mejor comprensión de la carga de trabajo y de la manera óptima de utilizar los recursos necesarios. Por ejemplo, el Estado puede verse obligado a dar prioridad a las solicitudes iniciales de utilización del FRMS. Una planificación inadecuada de los recursos del Estado puede dar lugar a procesos reglamentarios ineficientes debidos a retrasos en la obtención de la aprobación del FRMS por los explotadores. Para entender mejor los recursos necesarios, los Estados deben considerar una serie de materias de apoyo al proceso de desarrollo reglamentario. Estas incluyen, pero sin limitarse a ellas, las siguientes:

- a) la madurez de las limitaciones prescriptivas existentes del tiempo de vuelo y de servicio y los recursos necesarios para mejorar estas limitaciones a fin de garantizar que los actuales principios y conocimientos científicos relacionados con la fatiga apuntalan esa reglamentación;

- b) el desarrollo de los requisitos de competencias especializadas en materia de fatiga (conocimientos, habilidades, experiencia) para el personal de inspección que supervisará el FRMS. Esto requerirá el desarrollo de programas de formación basados en competencias y puede también precisar de la formación e instrucción en el empleo (OJTI) para asegurarse de que el personal es consciente de la complejidad de un FRMS desde una perspectiva operacional, sobre todo cuando el personal ha tenido una experiencia limitada con la gestión de la fatiga y/o el SMS;
- c) los conocimientos sobre el desarrollo, diseño e implantación de programas de instrucción que permitan la evaluación de la eficacia de los resultados del aprendizaje desarrollados por el explotador dentro de sus propios programas de instrucción en materia de FRMS;
- d) la disponibilidad de los científicos expertos en fatiga para dar apoyo con elementos más técnicos del FRMS, tales como las limitaciones de las diversas herramientas (por ejemplo, los modelos biomatemáticos). Cuando no se disponga de muchos especialistas, puede haber un conflicto de intereses si el mismo especialista está apoyando el desarrollo de las normas estatales y al tiempo presta apoyo directo en el desarrollo del FRMS de un explotador. El acceso limitado a los especialistas de fatiga también puede aumentar el tiempo necesario para desarrollar reglamentos del FRMS, capacitar al personal de inspección, y limitar el número de solicitudes de FRMS que el Estado puede manejar en un momento dado;
- e) los recursos y el tiempo necesarios para desarrollar directrices claras destinadas a los explotadores, a fin de asegurar que entienden los procesos de reglamentación del Estado, los plazos (por ejemplo, el tiempo que puede llevar su aprobación), la forma en que se evaluará el FRMS, los costos, etc.;
- f) el desarrollo de herramientas que permitan la normalización y el apoyo a las actividades de vigilancia del FRMS, por ejemplo, los cuestionarios estructurados para utilización por el personal de inspección con los miembros de la tripulación a fin de obtener información sobre su comprensión y la eficacia de los FRMS. Estas herramientas pueden ser útiles para determinar aspectos tales como el nivel de comprensión de la ciencia de la fatiga y las limitaciones de las diversas herramientas del FRMS;
- g) evaluación de la contribución de la fatiga en las investigaciones de accidentes e incidentes. Los Estados pueden tener necesidad de considerar la posibilidad de seguir capacitando a los inspectores o basarse en la experiencia del organismo de investigación de accidentes;
- h) los plazos probables y los recursos para la vigilancia continua, por ejemplo, la revisión y cotejo de los datos sobre fatiga proporcionados por el explotador, la realización de vuelos de observación, las entrevistas al personal clave en el FRMS, y la revisión de las auditorías estatales anteriores para observar el sistema en el tiempo y proporcionar indicadores de rendimiento del sistema;
- i) los recursos destinados a garantizar que el Estado sigue estando al día de la ciencia emergente de la fatiga, incluyendo las actualizaciones del proceso de reglamentación, la formación de inspectores, etc.

Para cumplir con sus obligaciones de vigilancia del FRMS, los Estados deberán establecer y mantener una base de datos que identifique los medios de control de la fatiga que cada explotador está usando y, si su FRMS se está utilizando, a qué parte(s) de la operación se aplica.

### **7.3 SI OFRECEMOS EL FRMS, ¿PODEMOS PRESTAR MENOS ATENCIÓN A NUESTROS REGLAMENTOS PRESCRIPTIVOS?**

No. Las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio siguen siendo un requisito obligatorio de la OACI. Ambas limitaciones del tiempo de vuelo y de servicio y el FRMS tienen su lugar en el marco reglamentario. Es responsabilidad del Estado desarrollar una reglamentación preceptiva con base científica sobre limitaciones de vuelo y de servicio. En el Adjunto A del Anexo 6, Parte I, figuran orientaciones sobre el desarrollo de reglamentos prescriptivos con base científica.

Mientras que el FRMS ofrece ventajas significativas respecto a los reglamentos prescriptivos, tanto el encargado de la reglamentación como el explotador no deben subestimar la carga de trabajo necesaria para el desarrollo del material de orientación, la tramitación de las solicitudes y la vigilancia adecuada del FRMS. Si la reglamentación prescriptiva no está alineada con la ciencia apropiada de la fatiga o hay demasiadas restricciones, se podría empujar a un mayor número de explotadores hacia el FRMS con una carga de trabajo importante y potencialmente imposible de gestionar para todas las partes. El encargado de la reglamentación puede no ser capaz de procesar las aprobaciones en plazos adecuados, en detrimento comercial del explotador y para su frustración, y los explotadores pueden no tener acceso a los recursos especializados adecuados para apoyar el desarrollo. La reglamentación prescriptiva sólida sigue siendo un elemento esencial del marco reglamentario.

Además, las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio son la base para la evaluación del FRMS en términos de un nivel equivalente de seguridad operacional. Un FRMS proporciona la evidencia mediante la cual un encargado de la reglamentación puede aprobar un medio alternativo de cumplimiento de las limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga.

El encargado de la reglamentación debe también considerar las opciones de repliegue en caso de que un explotador no consiga demostrar de forma sistemática la utilización adecuada de un FRMS (véase el Capítulo 9). Los reglamentos obligatorios bien desarrollados siguen siendo una opción viable a la cual un explotador puede volver en caso de que no tenga éxito en la utilización de su FRMS.

#### **7.4 ¿QUÉ SUCEDE SI EL ESTADO YA CUENTA CON UN PROCESO PARA APROBAR UN FRMS Y/O EXPLOTADORES CON UN FRMS APROBADO?**

Sería necesario que el Estado revise sus reglamentos actuales, los textos de orientación, los procedimientos y los procesos para identificar las desviaciones entre las prácticas existentes y los SARPS de la OACI. También sería preciso revisar cualquier FRMS aprobado respecto a los SARPS de la OACI para determinar si existen diferencias cruciales y si ello puede exponer al explotador a un riesgo de fatiga inaceptable. Por ejemplo, si no había pruebas de que el explotador recogiera proactivamente datos de fatiga para comprender mejor el efecto de la fatiga en las operaciones que gestiona un FRMS ya aprobado, es posible que el explotador y el encargado de la reglamentación no sean conscientes del efecto real de la fatiga y del posible riesgo asociado a la fatiga. Además, sin datos suficientes sería difícil cumplir con los requisitos de la norma de las Secciones 4.10.6 c) y d) constituyendo pruebas sobre el desarrollo de procesos de garantía de calidad y para confirmar la mejora continua del FRMS.

Por lo tanto, también será necesario que el Estado identifique un proceso para que el explotador modifique su FRMS actual a fin de cumplir con los nuevos requisitos del FRMS. También tendrá que identificarse un proceso para la gestión de los explotadores sujetos a limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio que no puedan o no quieran modificar su FRMS según sea necesario.

#### **7.5 ¿CUÁNDO DEBEN LOS EXPLOTADORES SOLICITAR LA VARIACIÓN Y CUÁNDO SE LES DEBE EXIGIR QUE APLIQUEN UN FRMS?**

La norma 4.10.3 del Anexo 6, Parte I, permite modificar las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio en circunstancias excepcionales sin el cumplimiento pleno de los requisitos del FRMS. Al establecer su reglamentación, el Estado deberá identificar claramente qué es lo que constituyen las "circunstancias excepcionales" para la aplicación a una variación, de forma que se establezca una distinción entre el momento en que un explotador puede solicitar la modificación de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio y cuándo se le exige que aplique un FRMS. Las variaciones tienden a ser de corto plazo, específicas de la ruta y referidas a ampliaciones muy pequeñas más allá de la reglamentación prescriptiva. Se aprueban sobre la base de una evaluación de riesgos y la utilización de medidas de mitigación aceptables para el encargado de la reglamentación.

Como mínimo, para un explotador individual que solicite la variación sin un FRMS, el encargado de la reglamentación debe asegurarse de que:

- a) hay en la organización una o varias personas de contacto o un experto en el tema de la gestión de la fatiga; y
- b) el explotador tiene un alto nivel reconocido del que ha dado pruebas a través de sus auditorías de vigilancia reglamentaria regular, de forma que el Estado puede confiar en que dicho explotador puede gestionar correctamente la variación y las medidas necesarias de mitigación.

Donde haya variaciones pre-existentes aprobadas, hay que identificar un medio para evaluar que siguen siendo aceptables. Cuando se determina que se requiere un FRMS más que una variación, también se ha de identificar un proceso para la transición.

### **7.6 ¿CÓMO SE EVALUARÁ LA ACEPTABILIDAD DE LOS LÍMITES QUE PROPONE EL EXPLOTADOR PARA SU FRMS?**

Los Estados deben exigir que el explotador presente un análisis de seguridad en apoyo de los valores propuestos para los límites. La decisión de aceptar o rechazar los límites propuestos se basa en diversos factores, que incluyen:

- si el caso de seguridad operacional del explotador se apoya en principios científicos sólidos y en la experiencia operativa;
- las conclusiones de la investigación de múltiples estudios y diferentes autores;
- las determinaciones operacionales de múltiples fuentes, incluyendo a todas las partes interesadas pertinentes;
- la madurez demostrada de las prácticas del explotador con el SMS y/o la capacidad demostrada para la gestión adecuada del riesgo;
- el historial anterior del cumplimiento reglamentario de ese explotador;
- la experiencia obtenida mediante la vigilancia reglamentaria de diversos explotadores que apliquen un FRMS o por la aprobación de variaciones de la reglamentación sobre limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio.

Cuando el explotador desea utilizar los FRMS en diferentes tipos de operaciones (por ejemplo, cuando opera en larga distancia y por separado en distancias cortas), deben identificarse los límites para cada tipo de operación. Por ejemplo, las operaciones de un explotador ULR pueden requerir un valor máximo de 22 horas en el que el FRMS puede funcionar, pero esto no significa que el mismo valor máximo sea un límite aceptable para su FRMS con respecto a sus operaciones de corta distancia.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que unos límites excesivamente restrictivos pueden implicar que un explotador no consiga una mayor flexibilidad operativa con la implantación de un FRMS. Tiene que haber un cierto margen de movimiento para permitir que el FRMS pueda funcionar correctamente. Por otro lado, dado que estos valores son límites extremos, no pueden ser considerados como objetivo. Así pues, los valores máximos identificados de vuelo y de servicio y los valores mínimos de descanso deben tender hacia los límites exteriores de aceptabilidad, teniendo en cuenta los tipos de operaciones que se emprendan, las necesidades fisiológicas del sueño y diversos factores circadianos (véanse las orientaciones del Adjunto A), aunque éstos raramente, o nunca, se alcancen. Cuando se alcancen o se rebasen, se debe documentar el hecho, establecer las tendencias e informar de ello al Estado. Sobre la base de esas tendencias, el encargado de la reglamentación puede adoptar una vigilancia más estricta del FRMS (véase el Capítulo 9).

### 7.7 ¿CUÁLES SON LOS ASPECTOS DE UNA OPERACIÓN POR LOS QUE HAY QUE DETERMINAR LÍMITES DEL FRMS?

Al identificar los aspectos de una operación para la cual el explotador tiene que determinar los valores máximos de los períodos de vuelo y de servicio y los valores mínimos de los períodos de descanso, deben abordarse tanto la fatiga transitoria (fatiga que se disipa por un sólo período suficiente de descanso o de sueño) y la fatiga acumulada (recuperación incompleta de la fatiga transitoria durante un período de tiempo).

Esto significa que los Estados deben exigir que se identifiquen límites para un día y a lo largo de varios días (por ejemplo, semanales, mensuales, anuales). Puede ser útil el material de orientación para la elaboración de reglamentos prescriptivos de gestión de la fatiga que figura en el Adjunto A del Anexo 6, Parte I. Por ejemplo, los extractos del Adjunto A indican que deben especificarse limitaciones para lo siguiente:

...	
4.7.1.1	El número máximo de horas de vuelo no puede exceder de:
	a) (*)horas en cualquier período de servicio de vuelo;
	b) (*)horas en cualesquiera [7] días consecutivos o (*) horas en cualesquiera [28] días consecutivos; y
	c) (*)horas en cualesquiera [365] días consecutivos.
...	
4.7.2.1	Las horas de servicio no pueden exceder de:
	a) (*)horas en cualesquiera [7] días consecutivos o en una semana; y
	b) (*)horas en cualesquiera [28] días consecutivos o en un mes civil.
...	
4.7.3.1	El período máximo de servicio de vuelo deberá ser de (*) horas.
...	
4.8.1	El período mínimo de descanso inmediatamente antes de comenzar un período de servicio de vuelo no puede ser menor que (*) horas.
...	

### 7.8 ¿POR QUÉ NO ELABORAR REGLAMENTOS QUE EXIJAN AL FRMS SER UN COMPONENTE DEL SMS?

En aspecto, el FRMS es simplemente un sistema de gestión autónomo claramente definido, por lo que parecería que basta incorporar las funciones de un FRMS a las funciones de un SMS. Aunque los SARPS no se oponen a este enfoque, hay varias cuestiones complejas que deben considerarse antes de reglamentar este tipo de estructura organizativa.

En primer lugar, a pesar de las apariencias iniciales, el FRMS y el SMS tienen diferentes funciones y enfoques. El FRMS es un sistema de gestión facultativo que se centra únicamente en los riesgos relacionados con la fatiga. Esto permite al explotador establecer sus propias limitaciones del tiempo de vuelo y de servicio según lo determinado por la gestión de riesgos y los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS. El SMS es un sistema de gestión exigido, que abarca la mitigación de todos los riesgos operacionales sin centrarse en uno o en otro. A diferencia del FRMS, un SMS no permite a un explotador actuar fuera de las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio. Por lo tanto, los requisitos particulares de un FRMS son muy superiores a lo que cabría esperar de un SMS para la gestión de los riesgos relacionados con la fatiga. Es importante que el enfoque y las funciones de un SMS no anulen las de un FRMS y viceversa.

Sin embargo, la información de un FRMS debe pasarse al SMS de un explotador y viceversa (como se ha examinado anteriormente en el Capítulo 1, al tratar la norma de la Sección 4.10.7). Por lo tanto, el FRMS debe estar respaldado por un proceso de vigilancia que incluya un análisis de los flujos de información entre los FRMS y SMS. El tema se trata en el Capítulo 9.

En segundo lugar, independientemente de las similitudes en el marco de actuación y su naturaleza complementaria, el FRMS tiene un proceso de aprobación que difiere del proceso de aceptación para el SMS. Tener un FRMS aprobado no quiere decir que se acepte automáticamente el SMS de un explotador, y a la inversa, la retirada de la autorización de un FRMS no significa que un explotador esté exento de la responsabilidad de administrar sus riesgos de seguridad operacional (incluyendo la fatiga) mediante sus procesos del SMS.

### **7.9 LAS DISPOSICIONES DEL FRMS EXIGEN A LOS EXPLOTADORES QUE REGISTREN LAS DESVIACIONES SIGNIFICATIVAS ENTRE LAS HORAS DE VUELO, LOS PERÍODOS DE SERVICIO Y LOS PERÍODOS DE DESCANSO PROGRAMADOS Y REALES, ASÍ COMO LOS MOTIVOS DE ESAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS. ¿CÓMO SE SUPERVISA ESO?**

No todo vuelo que exceda del tiempo programado en un minuto, o que reduzca el período de descanso en dos minutos, tiene que ser registrado. El volumen de la recopilación de datos que se requeriría no sólo es engorroso, sino innecesario. El requisito es que el explotador registre "desviaciones significativas", las cuales se pueden utilizar para resaltar cuándo podría aumentar el riesgo asociado a la fatiga. Estos datos pueden proporcionar información que es útil tanto para el explotador como para el encargado de la reglamentación. El explotador puede utilizar la información proporcionada por el análisis de estos datos para ayudar a manejar sus riesgos relacionados con la fatiga y el encargado de la reglamentación puede utilizar la información formando parte de su seguimiento rutinario de un FRMS y como medio para identificar cuándo un explotador debe informar inmediatamente al encargado de la reglamentación.

---





## Capítulo 8. El proceso de aprobación del FRMS

Una vez que el Estado ha decidido que presentará una reglamentación del FRMS, será necesario que el encargado de la reglamentación identifique exactamente qué espera que hagan los explotadores a lo largo del proceso de implantación a para obtener la aprobación final de un FRMS. El encargado de la reglamentación debe documentar sus requisitos en detalle. Este capítulo trata de la forma de establecer un proceso de aprobación **documentado**.

### 8.1 ENFOQUE DE IMPLANTACIÓN POR FASES DEL FRMS

No hay una versión "llave en mano" del FRMS que se adapte a todos los explotadores. Cada explotador debe desarrollar un FRMS que sea apropiado para su organización y funcionamiento, así como para la naturaleza y el nivel de los riesgos asociados a la fatiga. Un FRMS en pleno funcionamiento no se logra del día a la noche. Lleva tiempo planificar y desarrollar los procesos del FRMS por lo que el explotador tiene que implantar sus FRMS por etapas, como se recomienda para los SMS<sup>1</sup>.

La Figura 8-1 resume un enfoque por fases para la implantación del FRMS.

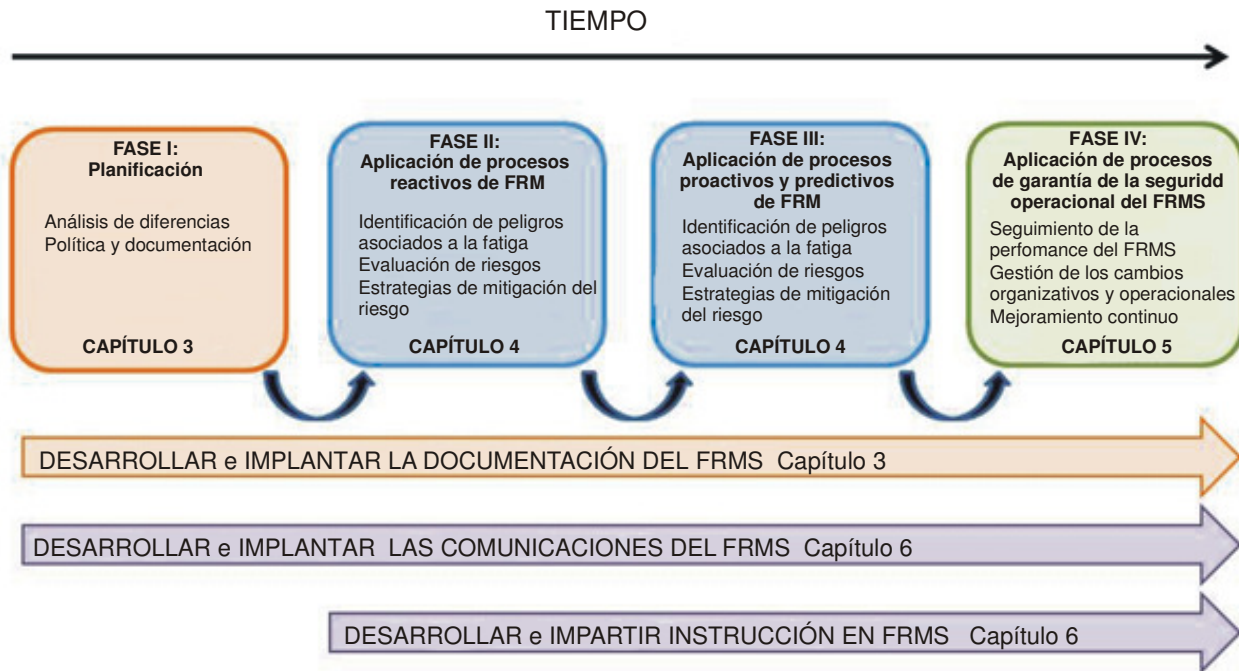


Figura 8-1 Enfoque de implantación por fases del FRMS

<sup>1</sup> Manual de gestión de la seguridad operacional, de la OACI. (Doc 9859), Capítulo 10.

### 8.1.1 Fase I – Planificación

El objetivo de la Fase I es que el explotador llegue a un plan global para demostrar al encargado de la reglamentación cómo funcionará el FRMS, cómo se integrará con otras partes de la organización del explotador, quién será responsable del FRMS, y quién será el encargado de garantizar que la implantación del FRMS concluye con éxito.

Se reconoce que algunos explotadores podrían utilizar consultores externos para "darles un FRMS" como forma rápida y relativamente indolora de cumplir con sus obligaciones reglamentarias. Sin embargo, un FRMS requiere la propiedad y el compromiso de los que lo van a utilizar, y el encargado de la reglamentación tiene que ver la evidencia de esa propiedad y ese compromiso desde las primeras etapas de su creación. Si bien los expertos pueden ofrecer una ayuda muy valiosa en un FRMS en ciertos momentos, no tienen el conocimiento operativo y la experiencia del explotador.

Los asesores no deben ser el interfaz entre el encargado de la reglamentación y el explotador. La relación entre el encargado de la reglamentación y el explotador sobre la utilización del FRMS debe ser idéntica a su relación por lo que atañe a las limitaciones prescriptivas del tiempo de vuelo y de servicio.

#### *Análisis de las diferencias y elaboración de un plan de implantación*

Muchos de los elementos necesarios para un FRMS pueden ya estar presentes en la organización de un explotador. Uno de los primeros pasos en la implantación del FRMS consiste por tanto, en que el explotador lleve a cabo un análisis de diferencias para:

- identificar elementos del FRMS ya disponibles en los actuales sistemas y procesos;
- identificar los actuales sistemas y procesos que podrían modificarse para cumplir las necesidades del FRMS (para minimizar el efecto de "reinventar la rueda"); e
- identificar dónde hay que desarrollar nuevos sistemas y procesos para el FRMS.

Por ejemplo, un explotador puede ya disponer de un sistema de información confidencial sobre la seguridad operacional en su SMS. Puede ser necesario modificar los actuales formularios de informe a fin de incluir la información necesaria para analizar el papel de la fatiga en los eventos que afectan a la seguridad operacional. Puede ser necesario impartir instrucción adicional al personal encargado de analizar los datos de seguridad operacional, con el fin de asegurarse de que sabe cómo analizar el papel de la fatiga en los diversos eventos. Tendrá que añadirse un procedimiento para obtener información sobre los eventos relacionados con la fatiga que deben comunicarse de forma regular al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga. También pueden utilizarse los informes de fatiga como indicador de la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS. En este caso, tendría que añadirse un procedimiento para evaluar periódicamente esta información como parte de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.

Según la reglamentación sobre limitaciones prescriptivas de tiempo de vuelo y de servicio, han de recogerse los datos sobre tiempos de vuelo y de servicio programados y reales. Un explotador que esté trasladando algunas de sus operaciones al FRMS podría agregar una variable a las bases de datos actuales sobre tiempos de vuelo y de servicio para identificar las intervenciones cubiertas por el FRMS, de forma que pueda analizar esta información por separado, tal como se requiere para el FRMS (Norma 4.10. 8 del Anexo 6, Parte I). Tendrán que añadirse procedimientos para poder comunicar esta información al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y registrarla según sea necesario en la documentación del FRMS.

Puede ya disponerse de los datos sobre las listas de turnos para los indicadores de performance del FRMS, por ejemplo, los rebasamientos mensuales de los límites de tiempo de servicio, la utilización de la discreción del comandante, la utilización de tiempos de servicio ampliados o la transgresión de los informes de sucesos. Tendrá que añadirse un procedimiento para poder evaluar regularmente esta información, como parte de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.

Puede ser eficaz programar la instrucción en materia de FRMS para coincidir con otras actividades de formación que ya reúnen a los grupos considerados destinatarios.

Los resultados del análisis de diferencias se utilizan como base para el desarrollo del plan de aplicación del FRMS del explotador. Esencialmente, ello ofrece una hoja de ruta que describe cómo avanzará en el tiempo el desarrollo de cada uno de los procesos del FRMS.

Al final de la Fase I, el explotador debe ya tener:

- un análisis de diferencias completo.
- una declaración de política del FRMS firmada por el director ejecutivo. El desarrollo de la política al principio de los procesos de implantación del FRMS ayudará a definir el ámbito del FRMS.
- un plan de implantación del FRMS.
- un plan de documentación del FRMS. Cabe prever que evolucione a medida que el FRMS devenga operacional.
- un plan de comunicación del FRMS. Cabe prever que evolucione a medida que el FRMS devenga operacional.
- la atribución de los recursos financieros y humanos. El director ejecutivo responsable del FRMS tiene que tener la autoridad y la capacidad de control para garantizar que así se hace.
- un Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga (o equivalente) ya establecido. La fase en la que se establece el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga variará conforme al tamaño y la complejidad de la organización y del FRMS, y de si se cuenta con personas adecuadamente cualificadas en otras partes de la organización disponibles para iniciar las actividades de la Fase I.

Para pasar a la Fase II, se exigirá al explotador que presente su plan del FRMS al Estado para que lo revise. Esta es una oportunidad para que el Estado evalúe e identifique posibles áreas de problemas, antes de que el Estado o el explotador inviertan un tiempo y un esfuerzo excesivos.

### **8.1.2 Fase II – Aplicación de procesos reactivos de FRM**

La Fase II requiere al explotador que aplique (la primera versión de) los procesos de FRM. Lo hace mediante la recopilación y el análisis de las fuentes existentes de información y datos que son pertinentes para las operaciones que contempla el FRMS. Los tipos de información que pueden estar disponibles incluyen informes confidenciales de seguridad operacional, informes de accidentes e investigación de incidentes, auditorías y datos históricos de turnos (por ejemplo, los datos sobre vuelo programado y real y los tiempos de servicio y excedencias). En efecto, las actividades de la Fase II consolidan los procesos y procedimientos actuales de gestión de los riesgos asociados a la fatiga de la organización e introducen controles y medidas de mitigación para la gestión de las deficiencias identificadas en el sistema actual.

Al final de la Fase II, el explotador debe haber realizado los siguientes pasos:

- Los procesos de FRM basados en la identificación reactiva de peligros son operacionales, incluyendo la evaluación de riesgos y el desarrollo, aplicación y supervisión de los controles y medidas de mitigación adecuados.
- Los procesos de documentación de FRMS están establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.
- Las actividades de instrucción FRMS están establecidas en apoyo de la versión actual del FRMS. (Las partes interesadas necesitan recibir entrenamiento a fin de asegurar su competencia para emprender sus responsabilidades en el FRMS a medida que se despliega el plan de implantación).
- Los procesos de comunicación de FRMS están establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.

- El explotador está listo para emprender análisis coordinados sobre seguridad operacional en esta versión del FRMS, al igual que en el proceso utilizado al aplicar el SMS (Doc 9859 de la OACI, Sección, 10.4).

### **8.1.3 Fase III – Aplicación de procesos proactivos y predictivos de FRM**

En la Fase III se añaden procesos proactivos y predictivos de identificación de los peligros asociados a la fatiga (se examinó en el Capítulo 4) a los procesos de FRM establecidos en la Fase II.

Al final de la Fase III, el explotador debe haber realizado los siguientes pasos:

- Los procesos de FRM basados en la identificación reactiva, proactiva y predictiva de peligros son operacionales, incluyendo la evaluación de riesgos y el desarrollo, aplicación y supervisión de los controles y medidas de mitigación adecuados.
- Los procesos de documentación de FRMS están establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.
- Las actividades de instrucción están establecidas en apoyo de la versión actual del FRMS. (Un programa único al nivel necesario para la implantación plena del FRMS puede ser más eficiente que una instrucción parcial en cada fase de la implantación).
- Los procesos de comunicación de FRMS están establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.
- El explotador está listo para emprender análisis coordinados sobre seguridad operacional en esta versión del FRMS, (Doc 9859 de la OACI, Sección, 10.4).

### **8.1.4 Fase IV – Aplicación de procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS**

La Fase IV activa los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5 del presente manual). Al final de la Fase IV, se debe haber realizado lo siguiente:

- Se han establecido roles y responsabilidades para asegurar la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS.
- Están activas las autoridades y canales de comunicación necesarios.
- Se han elaborado y convenido los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS.
- Se han establecido los procedimientos y procesos para la evaluación periódica de los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional.
- Se ha establecido la retroinformación adecuada entre los procesos de FRM y los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.
- Los procesos de documentación del FRMS se han aplicado plenamente.
- Los procesos de capacitación del FRMS se han aplicado plenamente.
- Los procesos de comunicación del FRMS se han aplicado plenamente.

En otras palabras, al final de la Fase IV, el FRMS debe ser plenamente funcional y estar integrado con el SMS del explotador y otras partes de la organización, según corresponda. Debe mejorarse continuamente y ser capaz de responder a cambios en la organización y en el entorno operativo.

Al final de la Fase IV se solicita la aprobación reglamentaria de todo el FRMS.

### 8.1.5 Ejemplo operacional de la implantación por fases del FRMS

El explotador A es una gran compañía aérea que vuela sobre todo vuelos transoceánicos de larga distancia con tripulaciones multinacionales. Ha estado volando durante 20 años con un historial de seguridad excelente. El explotador A está interesado en iniciar un FRMS para ambas de sus flotas de larga distancia. El director general decide implantar el FRMS para toda la operación a fin de aumentar la seguridad operacional y la eficacia.

Este ejemplo recorre los pasos que el explotador A puede seguir para establecer un FRMS plenamente operativo. Se supone que la dirección del explotador A está familiarizada con la información de la *Guía de implantación de FRMS para los explotadores* (2011, publicación conjunta de la OACI, la IATA y la IFALPA) y está lista para comenzar la ejecución.

#### Fase I

1. La responsabilidad de la implantación del FRMS se asigna a un director para el FRMS.
2. El director del FRMS reúne un equipo de implantación y organiza la instrucción para el equipo sobre aspectos básicos del FRMS y la ciencia de la fatiga.
3. El ejecutivo responsable del FRMS atribuye los recursos y la autoridad para el desarrollo del FRMS.
4. El director del FRMS identifica las partes interesadas internas (representantes de los departamentos).
5. Se redacta la declaración de política del FRMS.
6. El director del FRMS y el equipo de implantación emprenden el análisis de diferencias.
7. Se elabora el plan de documentación del FRMS y se establece un primer proyecto.
8. Se elabora el plan de comunicación del FRMS y se establece un primer proyecto.
9. Se elabora el plan de implantación con los plazos iniciales.
10. Se crea el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga con los miembros necesarios de las partes interesadas, el cual se reúne regularmente con el equipo de implantación (si los empleados no son los mismos) para examinar el avance.

#### Fase II

11. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga trabaja con el diagrama de los procesos de FRM (Capítulo 4), utilizando la información y los datos actuales para la **identificación reactiva de los peligros de fatiga**.
  - a) Paso 1 — Se decide si las operaciones nacionales, internacionales de larga distancia y ULR requieren diferentes procesos de FRM. Se siguen los pasos siguientes para cada grupo de procesos de FRM.
  - b) Paso 2 — Se recopilan y analizan los datos y la información disponibles (por ejemplo, los informes confidenciales de seguridad operacional, los informes de accidentes y las investigaciones de incidentes, las auditorías, y los datos históricos de las listas de turnos).
  - c) Paso 3 — Se identifican los peligros asociados a la fatiga.

- d) Paso 4 — Se establecen procesos y procedimientos de evaluación de riesgos. Se aclaran los vínculos con la evaluación de riesgos y los procesos del SMS para establecer prioridades de los riesgos que hay que mitigar. (En este ejemplo de aerolínea grande, la declaración de política del FRMS indica que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga es responsable de establecer prioridades de los riesgos asociados a la fatiga y de la elaboración, aplicación y supervisión de los controles y medidas de mitigación de la fatiga. Se le exige que presente informes mensuales de estas actividades al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS con la intención de que este informe entre a formar parte del proceso de garantía de la seguridad operacional del FRMS, en el FRMS general).
  - e) Paso 5 — Se seleccionan y aplican controles y medidas de mitigación. Se establecen indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional.
  - f) Paso 6 — Se establecen procesos para supervisar la eficacia de los controles y las medidas de mitigación.
12. Se imparte instrucción a fin de garantizar que las partes interesadas sean competentes para llevar a cabo sus funciones y responsabilidades en el FRMS. En este ejemplo, se decidió impartir la instrucción en apoyo de todo el FRMS. Los canales de comunicación están configurados para proporcionar actualizaciones de la instrucción y recordatorios cuando las Fases III y IV de la implantación del FRMS se activan.
13. Se establecen los canales de comunicación del FRMS.
14. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga presenta un análisis coordinado sobre la seguridad operacional del actual FRMS al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS. (En este ejemplo, el Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS es responsable de las funciones de garantía de la seguridad operacional del FRMS).

### Fase III

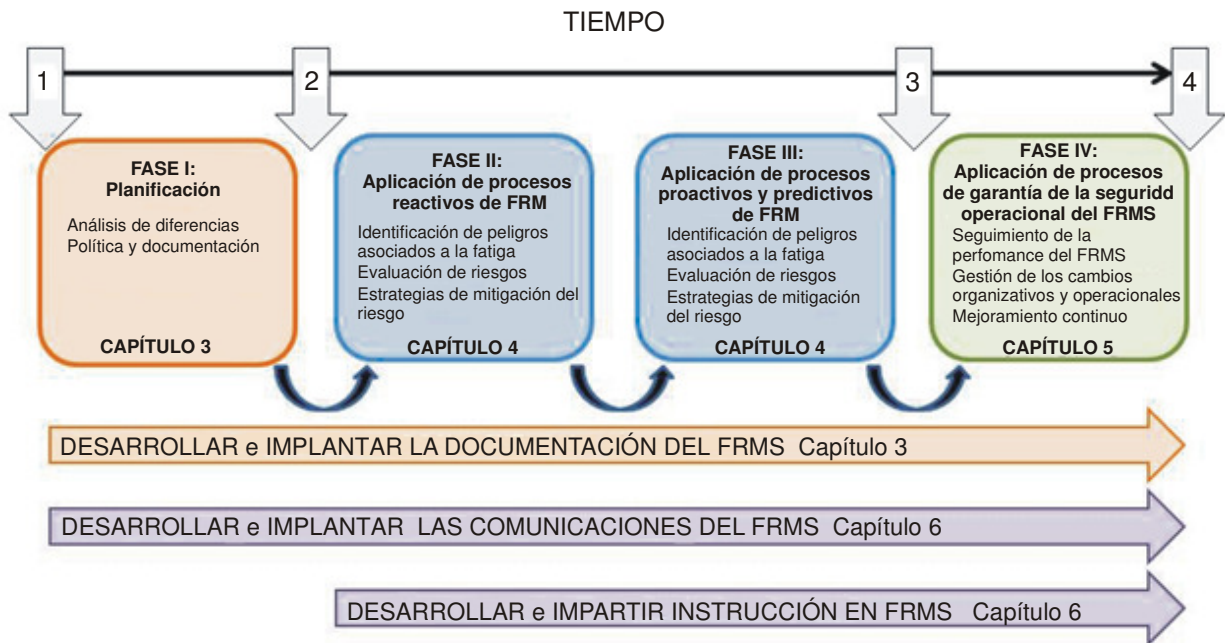
15. Para cada grupo de procesos del FRMS establecidos en la Fase II, el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga **determina las herramientas adecuadas para la identificación proactiva y predictiva de los peligros asociados a la fatiga.**
- a) Se utilizan las herramientas para la identificación proactiva a fin de evaluar los peligros regulares y complejos.
16. La identificación proactiva y predictiva de los peligros asociados a la fatiga se integra en los procesos de FRM establecidos en la Fase II.
17. Todas las partes interesadas han recibido una capacitación adecuada y son competentes para emprender sus roles y responsabilidades en el FRMS.
18. Los canales de comunicación del FRMS son operacionales.
19. El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga presenta un análisis coordinado sobre la seguridad operacional del actual FRMS al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS.

### Fase IV

20. Se deciden los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS en colaboración entre el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y el Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS y los aprueba el ejecutivo responsable del FRMS.
- 21.
- Se decide la información que se analizará para hallar las tendencias (por ejemplo, índices de notificación de fatiga entre pares de ciudades, operaciones, o flotas similares).

- Se desarrollan criterios para comparar la performance con los objetivos de seguridad operacional (por ejemplo, si el nivel de riesgo global va en aumento, si aumenta el número de eventos de riesgo importante, si se logran los objetivos de la política de seguridad operacional del FRMS, si se cumplen los requisitos reglamentarios).
  - Se decide cómo se identifican los nuevos riesgos asociados a la fatiga. Por ejemplo, se fijan límites para identificar cuándo es necesario actuar (el nivel al que las tendencias adversas en los indicadores de performance dan lugar a una investigación de las causas de la tendencia).
22. Se establecen procesos para identificar los cambios que pudieran afectar al FRMS.
23. Se establecen procesos para evaluar la medida en que se aplican las recomendaciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga en otras partes de la organización, por ejemplo, en la programación de horarios y en las operaciones de vuelo.
24. Se establecen los siguientes procesos de garantía de la seguridad operacional.
- Informes mensuales del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS. Incluyen actualizaciones de los peligros asociados a la fatiga identificados y sobre el estado de los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional.
  - El Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS está en condiciones de solicitar informes especiales al Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, por ejemplo, tras cambios operacionales significativos, tales como el de una ruta recientemente establecida.
  - El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede emprender la elaboración de revisiones trimestrales de las tendencias en los informes confidenciales de las tripulaciones relativos a la fatiga e informar de ello al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS.
  - El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede emprender la elaboración de revisiones trimestrales de las tendencias en los rebasamientos de las horas de vuelo y de servicio especificadas en la política del FRMS e informar de ello al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS.
  - El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede emprender la elaboración de revisiones trimestrales de las tendencias en los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS e informar de ello al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS.
  - La revisión anual de las actividades de identificación y mitigación de los peligros de fatiga del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga a cargo de un Grupo asesor científico del FRMS.
  - La auditoría interna del FRMS a cargo de un equipo seleccionado por el Comité de revisión de la seguridad operacional SMS.
  - El informe anual del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga al Comité de revisión de la seguridad operacional del SMS y al director ejecutivo para el FRMS, que incluye las recomendaciones del Grupo asesor científico del FRMS que es independiente, las conclusiones de las auditorías y las medidas adoptadas en respuesta a estas últimas.
25. La primera auditoría trimestral sobre performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS a cargo de un equipo seleccionado por el Comité de revisión de la seguridad operacional SMS. Si las auditorías son satisfactorias durante un año, la auditoría interna volverá a realizarse a los seis meses.
26. Se aplica plenamente la documentación del FRMS.
27. Se imparte plenamente la instrucción sobre el FRMS.
28. Se aplican plenamente las comunicaciones del FRMS.

## 8.2 PROCESO DE APROBACIÓN DEL FRMS



**Figura 8-2 Proceso de aprobación del FRMS**

La implantación progresiva de un FRMS exige un proceso de aprobación reglamentaria que supervisa y documenta su avance.

En la Figura 8-2 se identifican mediante una flecha los hitos reglamentarios de todo el proceso de aprobación del FRMS. Todos deben lograrse antes de poder otorgar la aprobación definitiva de los FRMS.

Para un explotador grande y complejo, es probable que la aprobación total del FRMS lleve varios años, por lo que habrá transcurrido tiempo suficiente para poder evaluar las funciones de garantía de la seguridad operacional. Sin embargo, el encargado de la reglamentación todavía puede permitir que el explotador utilice procesos de FRM para ir más allá de las limitaciones preceptivas de tiempo de vuelo y de servicio a título experimental, con el fin de desarrollar las funciones de garantía de la seguridad operacional.

En las secciones siguientes se sugiere la documentación que debe completar el encargado de la reglamentación durante el proceso de aprobación. Toda la información y las pruebas recogidas por el encargado de la reglamentación durante el proceso de aprobación contribuyen a la evaluación general para conceder la aprobación definitiva del FRMS.

### 8.2.1 Hito reglamentario 1 – Notificación por el explotador

A lo largo de la aplicación progresiva de un FRMS el encargado de la reglamentación y el explotador deben estar en contacto, a partir del momento en que el explotador inicia el proceso de implantación. Esta interacción desde el principio ayuda a establecer una relación de trabajo abierta y minuciosa entre el encargado de la reglamentación y el explotador y permite al primero ofrecer indicaciones claras de sus expectativas y necesidades.



Una forma en la que el encargado de la reglamentación puede fomentar el contacto temprano con un explotador que prevea desarrollar un FRMS es exigirle una notificación por escrito de sus intenciones. Algunos Estados pueden simplemente pedir una carta al explotador que acredite sus intenciones, mientras que otros pueden acudir a una solicitud más formal, tal como una "Notificación de propuesta de enmienda". El encargado de la reglamentación también puede optar por reunirse con el explotador cara a cara para discutir sus planes.

En este punto, el encargado de la reglamentación puede esperar que el explotador haya ya emprendido algunas medidas de preparación. Entre éstas están:

- la designación de un director específico (o varios) de organización con la autoridad adecuada;
- la garantía de que una persona clave (o varias) cuenta con los conocimientos adecuados o los está adquiriendo;
- la atribución de recursos para apoyar el desarrollo del FRMS.

Una vez que el explotador ha establecido el primer contacto, el encargado de la reglamentación debe entonces facilitar al explotador una lista detallada de sus requisitos reglamentarios para el FRMS. Al tiempo que necesariamente detallada, esta lista de verificación debe dar al explotador cierta flexibilidad en cuanto a la forma en que puede cumplir esos requisitos. La elaboración de una lista de verificación detallada requiere tiempo y esfuerzo, pero una vez conseguida constituye una herramienta fundamental tanto para el explotador como para el encargado de la reglamentación. Servirá de base para el análisis de diferencias que se exige al explotador como parte del desarrollo de su plan de implantación del FRMS. Para el encargado de la reglamentación, representa la primera parte de los procesos de auditoría posteriores con fines de aprobación y de vigilancia. A continuación se resumen los puntos de la lista para cada uno de los hitos normativos posteriores.

### **8.2.2 Hito reglamentario 2 – Revisión del plan, la política y la documentación del FRMS**

En base a la lista de verificación del FRMS elaborada anteriormente, el encargado de la reglamentación puede desarrollar una herramienta más completa, utilizable para registrar cada componente exigido del FRMS que se haya documentado en los procedimientos del explotador, el método utilizado por éste para demostrar el cumplimiento de los componentes requeridos del FRMS y los comentarios del encargado de la reglamentación sobre la propuesta del explotador. Una vez más, el desarrollo de una herramienta (denominada aquí Formulario de evaluación del FRMS) toma tiempo y esfuerzo, pero es una inversión que vale la pena teniendo en cuenta que el documento resultante se convierte en la herramienta de vigilancia principal. El Apéndice C contiene un ejemplo de Formulario de evaluación del FRMS.

#### ***Documentación reglamentaria***

##### **1. Revisión del plan del FRMS**

El encargado de la reglamentación debe revisar el plan de implantación del explotador, incluyendo el análisis de diferencias, las operaciones a las que se destina el FRMS previsto, el personal clave implicado y los plazos que se prevén, a fin de detectar desde el principio los aspectos de la capacidad del explotador para aplicar un FRMS que han de mejorarse, antes de que el Estado o el explotador inviertan demasiado tiempo y esfuerzo.

Una revisión positiva del plan de implantación del FRMS significa que se han dado pruebas al encargado de la reglamentación de que el explotador entiende lo que se requiere.

Lista de verificación reglamentaria:

Lista de verificación reglamentaria del plan de implantación del FRMS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refleja un compromiso con una cultura efectiva de notificación de la seguridad operacional;</li> <li>• Define los objetivos en cuanto a seguridad operacional del FRMS;</li> <li>• Define los roles y responsabilidades de todas las partes interesadas en el FRMS, incluyendo la identificación del ejecutivo responsable;</li> <li>• Identifica las operaciones específicas a las que atañen los planes de implantación;</li> <li>• Identifica una escala de tiempo total para la solicitud de la aprobación definitiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica el desarrollo de la documentación (Capítulo 3)               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Hitos</li> <li>— Método</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica el desarrollo de los procesos de FRM (Capítulo 4)               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Hitos</li> <li>— Método</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica el desarrollo de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5)               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Hitos</li> <li>— Método</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica el desarrollo de la instrucción en materia de FRMS (Capítulo 6)               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Hitos</li> <li>— Método</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica el desarrollo de los procedimientos y procesos de comunicación del FRMS (Capítulo 6, 6.3)               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Hitos</li> <li>— Método</li> </ul> </li> </ul>

## 2. Revisión de la propuesta inicial de política y documentación del FRMS

Utilizando el Formulario de evaluación del FRMS (mencionado anteriormente), el encargado de la reglamentación debe realizar un examen teórico de la política y la documentación para determinar si dichas política y documentación iniciales del FRMS propuestas por el explotador abordan adecuadamente los requisitos reglamentarios. Ello incluirá la evaluación de:

- el contenido de la política;
- la estructura organizativa;
- el proceso basado en el riesgo de registro de las desviaciones que documentará la medida y los motivos de los rebasamientos significativos de los períodos programados de vuelo y de servicio, las reducciones significativas de los períodos de descanso y los números significativos de casos de utilización de la autoridad del comandante para completar el período de vuelo;
- el proceso propuesto de evaluación del riesgo asociado a la fatiga;
- el proceso propuesto de garantía de la seguridad operacional;
- los procesos de integración con el departamento de seguridad operacional;
- los procedimientos de auditoría del control de la calidad;
- el plan y los procedimientos iniciales de instrucción (incluyendo la notificación de la fatiga);

- el mandato del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga;
- los detalles de las actividades de promoción de la seguridad operacional; y
- los métodos para supervisar y gestionar los cambios en el FRMS.

El encargado de la reglamentación también puede llevar a cabo algunas entrevistas documentadas con el personal clave que interviene en el desarrollo del plan de implantación para comprobar el nivel de conocimientos de la organización y su compromiso con el plan.

Una revisión positiva de la propuesta de política y documentación del FRMS significa que se han dado pruebas al encargado de la reglamentación de que el explotador tiene el compromiso de cumplir los requisitos de la aplicación del FRMS.

*Lista de verificación reglamentaria:*

<b>Lista de verificación para la revisión de la propuesta inicial de política y documentación del FRMS (Capítulo 3)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con una política del FRMS.</li> <li>• La política del FRMS refleja los compromisos de la organización en relación con la gestión de los riesgos asociados a la fatiga.</li> <li>• La política del FRMS incluye una declaración firme sobre la disposición de los recursos necesarios para la aplicación de la política.</li> <li>• Se identifican los procedimientos de notificación del FRMS.</li> <li>• Hay una indicación clara de los tipos de comportamiento operacional que son inaceptables en el contexto del FRMS.</li> <li>• Se identifican claramente en el contexto del FRMS las condiciones en las que se aplican medidas disciplinarias.</li> <li>• Se comunica la política, con apoyo visible, a lo largo de toda la organización.</li> <li>• Se identifica el ejecutivo responsable que tiene la responsabilidad última y rinde cuentas de la aplicación y mantenimiento del FRMS y lleva el control pleno de los recursos necesarios.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se entrega la documentación inicial que incluye:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– los procesos de FRM</li> <li>– los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS</li> <li>– la capacitación en materia de FRMS</li> <li>– los procedimientos y procesos de comunicación del FRMS</li> </ul> </li> </ul>

### **8.2.3 Hito reglamentario 3 – Revisión de los procesos iniciales de FRM**

Una vez que el plan para el desarrollo del FRMS y la propuesta de política y documentación se han revisado positivamente, el explotador puede comenzar a aplicar los procesos de FRM. Esto incorpora las Fases II y III del proceso de implantación del explotador y puede llevar un período significativo de tiempo y requerir varias reuniones con el explotador.

Para lograr el tercer hito del proceso reglamentario, el encargado de la reglamentación debe:

1. revisar el proceso de evaluación reactiva del riesgo que hace el explotador, incluyendo las herramientas utilizadas, tales como el registro de peligros asociados a la fatiga, la forma de elaborar la matriz de riesgo y la utilización de las medidas acordadas de gravedad y probabilidad, la metodología para el desarrollo de estrategias de mitigación, los procedimientos para informar sobre la fatiga, las encuestas entre la tripulación, y las actas de las reuniones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga;

2. revisar los procesos proactivos y predictivos de identificación del riesgo, incluyendo la evaluación de los indicadores acordados de las listas de turnos con fatiga, toda información de los modelos biomatemáticos, el desarrollo de indicadores de performance del FRMS y sus metas, la documentación científica de apoyo, las actas de las reuniones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, otras prácticas operativas óptimas, el registro de los peligros de fatiga, y las nuevas propuestas de reducción del riesgo;
3. revisar los resultados de todos los procesos de evaluación de riesgos (reactivos, proactivos y predictivos) y convenir los indicadores de performance y las metas iniciales del FRMS;
4. muestrear directamente algunos de los registros citados en la evaluación del riesgo y evaluar los procedimientos del explotador respecto a las evaluaciones de riesgo aportadas;
5. efectuar la revisión final del programa de instrucción inicial y los registros de formación (y, posiblemente, puede asistir a uno de los cursos de formación inicial). El encargado de la reglamentación tendrá que revisar las propuestas de formación para los empleados del explotador a fin de comprobar que abarcan el material genérico de fatiga y los aspectos específicos de la operación del FRMS. La instrucción se debe impartir de manera proporcional a la participación de los grupos de empleados en el FRMS. Dentro del programa de instrucción, se debe impartir formación específica a todos los empleados que participan en el sistema de notificación de fatiga en cuanto al funcionamiento del sistema, la forma de utilizar la información del sistema, y el momento en que habría que evaluar a fondo a una persona debido a las tendencias en sus informes de fatiga. El encargado de la reglamentación puede optar por asistir a una sesión de instrucción en lugar de simplemente revisar el material didáctico y/o el plan de estudios.
6. realizar entrevistas documentadas con una selección de los empleados de todas las áreas implicadas en el FRMS, pudiendo involucrar a otros expertos o recursos del encargado de la reglamentación (tanto internos como externos al Estado) formando parte de su revisión de la información;
7. revisar los límites de la propuesta de funcionamiento del FRMS y ajustarlos según convenga si no hay pruebas suficientes que apoyen el caso;
8. elaborar un informe de auditoría y, si es necesario, una relación de medidas correctivas.

Si el encargado de la reglamentación pide al explotador que adopte medidas correctivas, el encargado de la reglamentación debe convenir un plan de acción para hacer estas correcciones. Una vez que el explotador haya tomado las medidas correctivas, el encargado de la reglamentación tendrá que volver a entrar en el proceso anterior en el punto correspondiente y elaborar un informe de cierre de auditoría.

Cuando no sean necesarias medidas correctivas, o una vez que concluyan éstas, el encargado de la reglamentación puede permitir al explotador que ensaye las operaciones del FRMS propuestas dentro de los límites acordados recientemente. En este punto, el FRMS no cuenta todavía con la aprobación final, pues los procesos de garantía de la seguridad operacional aún no se han aplicado.

Lista de verificación reglamentaria:

<b>Requisitos generales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento del FSAG               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nombramiento de los miembros del FSAG.</li> <li>– Nombramiento de una persona cualificada para dirigir y supervisar las funciones del FSAG.</li> <li>– Todos los miembros del FSAG cumplen las funciones y responsabilidades exigidas para para el puesto.</li> </ul> </li> <li>• Establecimiento de los límites (valores máximos de los tiempos de vuelo y/o los períodos de servicio, y de los valores mínimos de los períodos de descanso).</li> <li>• Mantenimiento de registros del tiempo de vuelo, los períodos de vuelo y de servicio y los períodos de descanso.</li> </ul>
<b>Validación de los procesos iniciales de FRM (Capítulo 4)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha implantado un sistema efectivo de notificación de la fatiga.</li> <li>• Se han identificado las operaciones que abarca cada conjunto de procesos del FRMS (4.2).</li> <li>• Se ha procedido a la recogida de datos (4.3, 4.4).</li> <li>• Se han identificado los peligros (4.4).</li> <li>• Se han emprendido y documentado las evaluaciones de riesgos (4.5).</li> <li>• Se ha emprendido una adecuada mitigación de los riesgos (4.6).</li> <li>• Hay un flujo de información demostrable entre el FRMS y otros sistemas de seguridad operacional (p.ej., su SMS con las reuniones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga o su departamento de seguridad operacional).</li> </ul>
<b>Validación de los procesos iniciales de promoción del FRMS (Capítulo 6)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha aplicado el plan de instrucción (6.2) con el personal implicado en el FRMS, dándose prueba del nivel requerido de conocimientos sobre el sueño y la fatiga, así como de sus requisitos en cuanto a responsabilidades y procedimientos en relación con el FRMS.</li> <li>• Se mantiene un registro de la instrucción (6.3).</li> <li>• Se distribuye la información relacionada con el FRMS de manera oportuna a todas las partes interesadas que la necesitan.</li> </ul>

#### **8.2.4 Hito reglamentario 4 – Aprobación del FRMS**

Antes de que pueda concederse la aprobación definitiva del FRMS, se debe demostrar con pruebas que el FRMS da los resultados requeridos en cuanto a seguridad operacional. El explotador debe entonces validar los procesos de garantía de la seguridad operacional y demostrar el pleno funcionamiento del FRMS dentro de los límites acordados, que pueden superar los límites normativos. La validación de los procesos de garantía de la seguridad operacional llevará tiempo, y para ello será necesario que el encargado de la reglamentación realice visitas regulares, revisiones técnicas de muestras de datos, análisis de la documentación y entrevistas con el personal clave. Todos los componentes de un FRMS, incluyendo los procesos de garantía de la seguridad operacional, deben funcionar de forma coordinada con los procesos del explotador de seguridad en general. Durante este período de prueba, el encargado de la reglamentación debe ser objeto del seguimiento de todas las actividades.

Es importante destacar que, el encargado de la reglamentación debe identificar un límite de tiempo para este período de prueba. Aunque debe darse el tiempo suficiente necesario para que el explotador pueda demostrar que todos los componentes del FRMS (incluyendo los procesos de garantía de la seguridad operacional) funcionan correctamente, no puede permitirse a un explotador que funcione fuera de los límites normativos durante un período indefinido. Los períodos prolongados de ensayo hacen disminuir el valor de la aprobación de un FRMS, si un explotador puede seguir utilizando un "FRMS en curso" que no esté activamente tratando de cumplir con los requisitos de aprobación.

El explotador deberá demostrar que sus procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS se utilizan para revisar los indicadores de performance del FRMS respecto a sus objetivos acordados y que puede identificar y llevar a cabo las medidas necesarias. Cuando las tendencias demuestren que tanto las medidas de mitigación o los límites no son adecuados para alcanzar los objetivos de performance en cuanto a seguridad operacional, o cuando los procesos de garantía de la seguridad operacional detecten cambios que afectan a todo el FRMS, los procesos de FRM reevalúan las áreas de fallos de la operación del FRMS.

Estos procesos están documentados y forman parte de la revisión del sistema que efectúa el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y se registran en el acta. El funcionamiento del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga también debe demostrar la identificación y gestión de todo nuevo riesgo asociado a la fatiga y la posterior evaluación y gestión de dicho riesgo. Las funciones de garantía supervisan la eficacia de las medidas de mitigación y la idoneidad de los límites del FRMS. Se auditará también todo el sistema internamente para comprobar que los procedimientos se están aplicando correctamente, así como la efectividad de las medidas de mitigación de los riesgos y los supuestos realizados. Estas auditorías deben documentarse.

A lo largo de este período de prueba, el encargado de la reglamentación tendrá la oportunidad de acrecentar su confianza en la capacidad del explotador para responder adecuadamente a los datos que se recogen y se le deben dar pruebas de que el explotador gestiona sus riesgos de fatiga adecuadamente. Ello debe incluir la supervisión de la performance del explotador en cuanto a seguridad operacional después de cualquier cambio. En algunos casos, el encargado de la reglamentación puede haber observado la reducción de los tiempos de vuelo y de servicio del explotador que de otro modo estarían permitidos usando limitaciones prescritas con sus procesos del FRMS.

En esta fase final antes de su aprobación, el explotador también habrá demostrado que ha añadido una formación eficaz recurrente a su programa de capacitación. Además, el encargado de la reglamentación debe asegurarse de que toda la instrucción inicial identificada en el plan de aplicación aceptado se ha completado antes de la aprobación definitiva del FRMS.

Utilizando aún el formulario de evaluación del FRMS, el encargado de la reglamentación debe a continuación llevar a cabo la auditoría final del FRMS del explotador. Ahora, este formulario de evaluación documenta el progreso realizado por el explotador durante el proceso de aprobación. En la auditoría de la aprobación final, el encargado de la reglamentación deberá examinar las pruebas de las funciones de garantía de la seguridad operacional del FRMS del explotador mediante la revisión de los objetivos convenidos en cuanto a performance del FRMS y la evaluación de cualquier tendencia. También debe comprobar que el sistema ha sido objeto de auditoría interna de los procesos. El encargado de la reglamentación puede optar por auditar algunas de las fuentes primarias de entrada al sistema (por ejemplo, los informes de fatiga). Sin embargo, el encargado de la reglamentación tendrá que tener en cuenta el carácter confidencial de algunos de los métodos de notificación (tales como los informes de fatiga) examinando únicamente esos informes para confirmar la evaluación que hace el explotador de las tendencias. La integridad del sistema efectivo de notificación de la seguridad operacional del explotador y el mantenimiento de la confidencialidad necesaria para apoyarlo, deben constituir una prioridad para el encargado de la reglamentación. El encargado de la reglamentación debe esperar que el explotador ya haya documentado las tendencias y reevaluado el riesgo relacionado con la fatiga utilizando las funciones de evaluación de riesgos.

El encargado de la reglamentación también debe hacer un examen de la documentación final y los procedimientos del explotador para garantizar que se han hecho las correcciones o adiciones necesarias. Por último, se debe revisar el conjunto final de instrucción, incluyendo el programa de entrenamiento periódico.

Una vez cumplidos todos los criterios de cada uno de los pasos, y todos los procesos del FRMS funcionando de una manera coherente con respecto a las operaciones específicas a las que se hayan aplicado, se puede conceder la aprobación. Esto significa que el explotador ya no está en un período de prueba y ahora puede utilizar el FRMS para ajustar las horas de vuelo y de servicio dentro de los límites aprobados **para las operaciones particulares identificadas**. No puede hacerse ningún cambio en el alcance del FRMS sin la aprobación reglamentaria para su aplicación a nuevas operaciones.

La tabla siguiente da la lista de verificación reglamentaria de los requisitos generales para validar los procesos de garantía de la seguridad operacional.

Lista de verificación reglamentaria:

<b>Validación de los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS (Capítulo 5)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han identificado los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional y son aceptables para el encargado de la reglamentación (5.2).</li> <li>• Se supervisa la performance en cuanto a seguridad operacional del FRMS mediante el seguimiento de las tendencias de los indicadores de performance en cuanto a seguridad operacional (5.2, 5.3).</li> <li>• Se cambian cuando es necesario las medidas de mitigación y los controles, respondiendo a las conclusiones (5.3, 5.4).</li> <li>• Hay un proceso para identificar y gestionar los cambios que afectan al FRMS (5.5).</li> <li>• Hay un proceso para la mejora continua del FRMS.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión final de la documentación del FRMS que incluye:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– los procesos de FRM</li> <li>– los procesos de garantía de la seguridad operacional del FRMS</li> <li>– la instrucción en materia de FRMS (incluyendo el programa de instrucción permanente)</li> <li>– los procedimientos y procesos de comunicación del FRMS</li> </ul> </li> </ul>

Para el encargado de la reglamentación, la parte final del proceso de aprobación será el establecimiento de los requisitos de auditoría continua y el calendario de auditoría. Para ello, el encargado de la reglamentación podrá exigir que el explotador envíe actualizaciones mensuales (o por otro período de tiempo) de las tendencias en todos o en algunos de los indicadores acordados de performance del FRMS.

De la misma manera que se registran las funciones normales de auditoría de vigilancia, los encargados de la reglamentación deben garantizar que cuando un explotador utiliza un FRMS, cuenta con un proceso adecuado de registro. Estos registros almacenarán los resultados, las conclusiones y las notificaciones de rectificación del proceso de aprobación y vigilancia continua.

---





## Capítulo 9. Vigilancia de un FRMS

Una vez otorgada a un explotador la aprobación del FRMS, es responsabilidad del Estado seguir controlando la efectividad del FRMS, que cumple con la normativa, y que demuestra un nivel aceptable de performance. Las condiciones de la organización son cambiantes, y muchas de ellas, tales como las presiones externas sobre el explotador, las cuestiones económicas, y la performance general del explotador, pueden tener consecuencias para la performance del FRMS. Por lo tanto, después de la aprobación final, la vigilancia del FRMS del explotador forma parte del programa de vigilancia periódica del encargado de la reglamentación.

### 9.1 FUNCIONES DE LA PLANIFICACIÓN REGLAMENTARIA

Para garantizar unos niveles adecuados de vigilancia, habrá que planificar auditorías oficiales. Se deberá tener en cuenta:

- *El establecimiento de un programa de auditorías/inspección del FRMS dentro del programa de vigilancia.*  
El encargado de la reglamentación tendrá que visitar al explotador al menos una vez al año. También podrán realizarse visitas *ad hoc* y, dentro de la vigilancia, el encargado de la reglamentación podrá asimismo solicitar al explotador el envío más frecuente de documentación.
- *La inspección de los recursos.*  
Los inspectores habrán de conocer las bases científicas de la fatiga (véase el Capítulo 6), contar con experiencia en materia de reglamentación del FRMS, y conocer las prácticas del explotador.

### 9.2 REQUISITOS ESPECIALES DE LA VIGILANCIA DEL FRMS

En la vigilancia del FRMS del explotador, el encargado de la reglamentación examinará las pruebas de las funciones de garantía de la seguridad operacional del FRMS del explotador, revisando los objetivos convenidos de performance del FRMS y evaluando las tendencias. También comprobará que el sistema ha pasado una auditoría interna de los procesos. El encargado de la reglamentación puede optar por auditar algunas de las fuentes primarias de entrada al sistema (por ejemplo, los informes de fatiga). Tendrá que confirmar que el explotador documenta las tendencias y, si es necesario, identifica las tendencias potencialmente adversas y actúa correctamente, dentro de sus funciones de evaluación de riesgos. El encargado de la reglamentación también llevará a cabo una revisión de la documentación y los procedimientos del explotador para evaluar las correcciones o adiciones que se hayan hecho después de su aprobación. También examinará la actividad de formación actual, que incluye todos los registros de capacitación del personal.

Dentro de la vigilancia normal, el encargado de la reglamentación realizará entrevistas con diversas personas implicadas en el FRMS y supervisará los cambios del personal clave de éste. Cuando dicho personal clave haya cambiado, el encargado de la reglamentación debe velar por incluir al nuevo personal en la lista de personas a entrevistar. En ocasiones, se puede también pedir a un inspector del Estado que asista a una reunión del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga para tener un mejor conocimiento de sus procesos del FRMS, aunque el inspector no puede tomar parte en las actividades de dicho grupo.

El encargado de la reglamentación vela por que todos los procesos del FRMS funcionen en cohesión con las operaciones específicas a las que se aplican.

Lista de verificación reglamentaria:

Vigilancia de un FRMS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador de performance del FRMS y revisión de objetivos</li> <li>• Muestreo orientado de registros y documentación</li> <li>• Entrevistas documentadas</li> <li>• Notificación continua</li> <li>• Asistencia a reuniones y sesiones de instrucción</li> <li>• Evidencias del flujo de información entre el SMS y el FRMS</li> <li>• Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revisión del registro de peligros</li> <li>– Revisión de las actas de reuniones</li> </ul> </li> <li>• Recopilación de información de fuentes externas, p. ej., revistas científicas, experiencia obtenida de la vigilancia de los FRMS de otros explotadores</li> <li>• Revisión de los límites</li> <li>• Revisión de las limitaciones de tiempo de vuelo y de servicio identificadas en las operaciones del FRMS</li> <li>• Evaluación de la gestión de los cambios, por ejemplo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las operaciones a las que se aplica el FRMS</li> <li>– El personal clave</li> </ul> </li> </ul>

### 9.3 CUMPLIMIENTO

Los encargados de la reglamentación tendrán que establecer un proceso a utilizar cuando identifiquen deficiencias en un FRMS. Las medidas para el cumplimiento deben estar en función del nivel de riesgo resultante de las deficiencias. Estas actuaciones pueden ir desde las modificaciones administrativas u operacionales del FRMS, hasta la retirada de la aprobación del FRMS.

Las tres alternativas para obligar al cumplimiento, en orden creciente de severidad son:

- *Aviso al explotador para que mejore los procesos de su FRMS:*  
Cuando preocupe al encargado de la reglamentación que, tras su vigilancia, el FRMS del explotador pueda no cumplir los requisitos reglamentarios, dará en primer lugar una oportunidad al explotador de que mejore los aspectos específicos de su FRMS que no cumplen los requisitos reglamentarios. Sobre la base de las conclusiones del proceso de auditoría, el encargado de la reglamentación asesorará al explotador e identificará un plan de acciones correctivas, de mutuo acuerdo con él.
- *Reducción de los valores máximos (y/o aumento de los valores mínimos) a instancias del encargado de la reglamentación:*  
Cuando preocupe al encargado de la reglamentación que, tras su supervisión, un elemento del FRMS del explotador pueda no ser efectivo, el Estado puede tener que revisar los valores máximos y mínimos de un explotador. Estos límites establecidos por el encargado de la reglamentación deben continuar siendo aplicables hasta que el explotador pueda aportar pruebas de que los procesos de su FRMS son eficaces y el Estado haya recuperado la confianza reglamentaria en el explotador.
- *Retirada de la aprobación del FRMS:*  
Cuando haya una preocupación significativa en términos de seguridad operacional que no se haya abordado con las alternativas de cumplimiento anteriores, la obligación del Estado es retirar la aprobación del FRMS y exigir al explotador que actúe ajustándose a los límites prescriptivos de tiempo de vuelo y de servicio. Al tiempo que se ajusta a dichos límites de tiempo de vuelo y de servicio, el explotador puede tratar de mejorar los procesos de su FRMS y

de otros sistemas de seguridad operacional, así como de los procesos del SMS, a fin de restablecer la confianza reglamentaria y volver a solicitar la aprobación del FRMS. Llegados a este punto, cuando el Estado considere que el FRMS del explotador cumple sus requisitos, el Estado puede aprobar el FRMS en condiciones restringidas (por ejemplo, con reducción de los valores máximos de los períodos de vuelo y de servicio y los valores mínimos de los períodos de descanso) hasta el momento en que tenga confianza en la madurez y efectividad del sistema.

---



## **Apéndice A. Medición de la fatiga de los miembros de la tripulación**

Los procesos de garantía de la seguridad operacional de FRM (Capítulo 4) y del FRMS (Capítulo 5) en ocasiones requieren la medición de la fatiga de los miembros de la tripulación. No hay una medición única que sea una "regla de oro", porque las degradaciones relacionadas con la fatiga afectan a muchas aptitudes y tienen causas múltiples. En la investigación científica se utiliza una amplia variedad de medidas de la fatiga. Las que se describen aquí son ejemplos elegidos porque:

- han demostrado ser aptas para la medición de lo que pretenden medir (es decir, se han validado científicamente);
- no ponen en peligro la capacidad de los miembros de la tripulación para realizar sus actividades operacionales; y
- se han utilizado ampliamente en la aviación, de forma que se prestan a la comparación entre distintos tipos de operaciones.

Se están desarrollando nuevas formas de medir la fatiga y el sueño, pasando algunas de ellas a convertirse en herramientas útiles que se añadirán a la lista indicada más adelante, una vez validadas para su utilización en las operaciones de aviación. Mientras tanto, en un FRMS es importante utilizar mediciones aceptadas y consideradas significativas y fiables por los encargados de la reglamentación, los explotadores, los miembros de tripulación y los científicos. Con ello se evitarán los costes e inconvenientes innecesarios de recoger datos cuyo valor es dudoso.

Las mediciones de la fatiga pueden basarse en la memoria de los miembros de la tripulación o en impresiones actuales de la fatiga (mediciones subjetivas) o en mediciones objetivas, tales como las pruebas de desempeño y los distintos tipos de seguimiento físico. Cada tipo de medición tiene sus ventajas e inconvenientes. Para describir los tipos de datos que hay que recoger, la consideración más importante debe ser el nivel previsto de riesgo asociado a la fatiga.

### **A-1. Memoria de fatiga de los miembros de la tripulación**

#### **A-1.1 Formularios de notificación de fatiga**

Los informes de fatiga permiten a cada uno de los miembros de la tripulación facilitar una información vital sobre los riesgos asociados a la fatiga, donde y cuando se producen a lo largo de una operación. Se alienta a los miembros de la tripulación a hacerlo mediante un sistema efectivo de notificación (véase el Doc 9859 de la OACI). Es necesario tener clara la diferencia entre un desempeño aceptable (que puede incluir los errores involuntarios) y el desempeño inaceptable (tal como la negligencia, la temeridad, las transgresiones o el sabotaje). Con ello se protege bastante bien a los informadores, pero ello no les exime de las acciones punitivas, si están justificadas. Los miembros de la tripulación también tienen que tener confianza en que se actuará con arreglo a los informes, lo que exige la información de retorno procedente del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga, y tienen que tener garantías de que la intención del proceso de notificación es mejorar la seguridad operacional, y no atribuir culpas. Una serie de informes de fatiga en una ruta en particular puede ser el desencadenante de nuevas investigaciones por parte del mencionado Grupo.

Debe ser fácil acceder, cumplimentar y presentar los formularios de informe de fatiga. Debe considerarse la posibilidad de cumplimentar los formularios del informe de fatiga electrónicamente, por ejemplo, mediante computadores portátiles o teléfonos inteligentes (iPod, Blackberry, etc.). El ejemplo de Formulario de informe de fatiga indicado a continuación se ha adaptado de uno que se utilizó regularmente en el FRMS del explotador durante más de 10 años.

Cuando se lancen por primera vez los formularios de informes de fatiga o se produzcan otras actividades que susciten la atención de los temas de fatiga, es probable que se produzca un aumento de las notificaciones de fatiga. Este "máximo" no representa necesariamente un aumento de los casos de fatiga o de los riesgos asociados a la fatiga. Puede deberse simplemente a que la gente sea más propicia a informar. Tal vez sea necesario evaluar otros indicadores de la performance en términos de la seguridad operacional del FRMS para decidir si el aumento de las notificaciones debe dar lugar a nuevas actuaciones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

**Si es confidencial, márquese aquí**  **Formulario de notificación de fatiga – EJEMPLO**

Nombre	<input type="text"/>	Empleado núm.	<input type="text"/>	Piloto/tripulante de cabina	<input type="text"/>	(círculo)
<b>¿CUÁNDO OCURRIÓ?</b>	Fecha local del informe	<input type="text"/>	Hora del evento (hora local del informe)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Descripción del servicio (tipo de viaje)						
Sector en el que se produjo la fatiga		De	<input type="text"/>	Hasta	<input type="text"/>	
Horas desde que se produjo la fatiga			<input type="text"/>	¿Perturbación?	Sí / No	
Tipo de aeronave		<input type="text"/>	Núm. de tripulantes	<input type="text"/>		

**¿QUÉ OCURRIÓ?**

Describa cómo se sintió (o lo que observó)

Marque cómo se sintió

1	Plenamente alerta y despierto	5	Moderadamente flojo, cansado
2	Muy animado, algo sensible, pero no al máximo	6	Extremadamente cansado, gran dificultad de concentración
3	OK, bastante fresco	7	Completamente exhausto
4	Un poco cansado, menos fresco		

Marque en la línea siguiente con una 'X' el punto que indique cómo se sintió

alerta
 -----
  somnoliento

**¿POR QUÉ OCURRIÓ?**

¿Fatiga antes del servicio?	Sí / No	¿Cuánto tiempo llevaba despierto cuando sucedió el evento?	horas	min
Hotel	Sí / No	¿Cuánto había dormido en las <u>24 horas</u> que precedieron al evento?	horas	min
En casa	Sí / No	¿Cuánto había dormido en las <u>72 horas</u> que precedieron al evento??	horas	min
En el servicio	Sí / No			
En el descanso en vuelo	Sí / No			
Perturbación	Sí / No			
Personal	Sí / No	¿Siesta en el puesto de pilotaje?	Sí / No	¿Cuándo?
Otros comentarios			inicio	fin

**¿QUÉ HIZO?**

Medidas adoptadas para tratar o reducir la fatiga (por ejemplo, siesta en el puesto de pilotaje)

**¿QUÉ PODÍA HACERSE?**

Medidas correctivas adoptadas

### A-1.2 Encuestas retrospectivas

Las encuestas retrospectivas son un medio comparativamente económico de obtener información de un grupo de miembros de tripulación sobre una serie de aspectos, tales como:

- demografía (edad, experiencia de vuelo, sexo, etc.);
- duración y calidad del sueño en la casa y en los viajes;
- experiencia de fatiga en el servicio; y
- opiniones sobre las causas y las consecuencias de la fatiga en el servicio.

Siempre que sea posible, deben utilizarse escalas y cuestiones normales validadas para recoger información sobre aspectos comunes, tales como los problemas de sueño. Con ello se pueden obtener respuestas de los miembros de la tripulación comparables a lo largo del tiempo o con otros grupos<sup>1</sup>. Por ejemplo, la escala de somnolencia de Epworth es una herramienta validada para medir el efecto de la somnolencia en la vida diaria. Se utiliza ampliamente a nivel clínico para evaluar si una persona sufre somnolencia excesiva<sup>2</sup>, y se dispone de información sobre su distribución en amplias muestras de comunidades<sup>3</sup>. La Figura A-1 muestra la escala de somnolencia de Epworth. Se pide al miembro de la tripulación que evalúe cada situación desde 0 = "nunca daba cabezadas" a 3 = "probabilidad elevada de dar cabezadas", con una puntuación total posible de 24. Generalmente se considera que las puntuaciones por encima de 10 indican una somnolencia excesiva. Se considera que las puntuaciones por encima de 15 indican somnolencia extrema.

<b>Probabilidad de dar cabezadas o de caer dormido en las siguientes situaciones, por oposición a simplemente estar cansado</b>				
Se refiere a su forma de vida habitual recientemente.		MARCAR UN RECUADRO EN CADA LÍNEA		
	<i>Nunca daría cabezadas</i>	<i>Ligera probabilidad</i>	<i>Moderada probabilidad</i>	<i>Gran probabilidad</i>
Sentado y leyendo	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Mirando la televisión	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Sentado tranquilo en lugar público (p. ej., teatro, reunión)	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Como pasajero en un coche durante una hora sin pausas	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Tumbado por la tarde cuando las circunstancias lo permiten	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Sentado y hablando con alguien	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Sentado tranquilamente tras una comida <i>sin</i> alcohol	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
En un coche, detenido durante algunos minutos en el tráfico	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

**Figura A-1 Escala de somnolencia de Epworth**

- 1 Véase que algunas mediciones, por ejemplo, la Escala Karolinska Sleepiness y el control Samn-Perelli Crew Status *no están concebidas para su utilización retrospectiva*. Se ha de responder a ellas en relación a cómo se siente uno en el momento.
- 2 Johns M.W., "Sleepiness in different situations measured by the Epworth Sleepiness Scale," *Sleep*, 1994, Vol. 17, pp. 703-10.
- 3 Gander P.H., Marshall N.S., Harris R., Reid P., "The Epworth sleepiness score: Influence of age, ethnicity and socioeconomic deprivation," *Sleep*, 2005, Vol. 28, pp. 249-53.

También pueden utilizarse encuestas retrospectivas para el seguimiento de la eficacia de un FRMS a lo largo del tiempo (p. ej., como proceso de garantía de la seguridad operacional — véase la Figura 5-3).

### **Ventajas e inconvenientes de las encuestas retrospectivas**

Las encuestas retrospectivas son una forma comparativamente económica de recopilar una serie de informaciones. No obstante, el tiempo y los costos intervienen en la elaboración y distribución de los cuestionarios de encuesta, en la introducción de la información en las bases de datos y en su análisis.

Una limitación de las encuestas retrospectivas es que la información que se recoge es subjetiva y, por tanto, su fiabilidad es dudosa. La fiabilidad es un tema particular cuando se pregunta a los miembros de la tripulación que recuerden de forma precisa los detalles de eventos anteriores, la forma en que se sintieron o el tipo de sueño. No se trata de la integridad de los miembros de la tripulación — un recuerdo impreciso de eventos anteriores es un problema humano habitual y complejo. En una cultura de notificación, como la que se requiere para el FRMS, las dudas sobre si algunos miembros de la tripulación pudieran exagerar en sus respuestas, por motivos personales o industriales, deben ser mínimas. Además las valoraciones extremas son evidentes cuando se comparan con las medias del grupo.

Probablemente, la confianza de los miembros de la tripulación en la confidencialidad de sus datos será un factor muy importante en su disponibilidad para participar en las encuestas y facilitar información completa en los cuestionarios. A pesar de las limitaciones, las encuestas retrospectivas ocasionales pueden ser una fuente útil de información en un FRMS.

## **A-2. Seguimiento de la fatiga de los miembros de la tripulación durante las operaciones de vuelo**

### **A-2.1 Valoraciones subjetivas de la fatiga y la somnolencia**

Al elegir las escalas de valoración para seguir la fatiga de los miembros de la tripulación y su somnolencia durante las operaciones de vuelo, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. ¿Se puede cumplimentar rápida y fácilmente la escala?
2. ¿Está concebida para cumplimentarse en múltiples puntos del tiempo, por ejemplo, a lo largo de un vuelo?
3. ¿Se ha validado? Por ejemplo, ¿se ha demostrado que responde a los efectos de pérdida de sueño y al ciclo del reloj corporal circadiano en condiciones experimentales controladas?
4. ¿Es predictiva de mediciones objetivas, tales como el rendimiento o el riesgo de choque de un vehículo a motor?
5. ¿Se ha utilizado en otras operaciones de la aviación y se dispone de datos para comparar los niveles de fatiga?

Las dos escalas siguientes cumplen estos criterios.



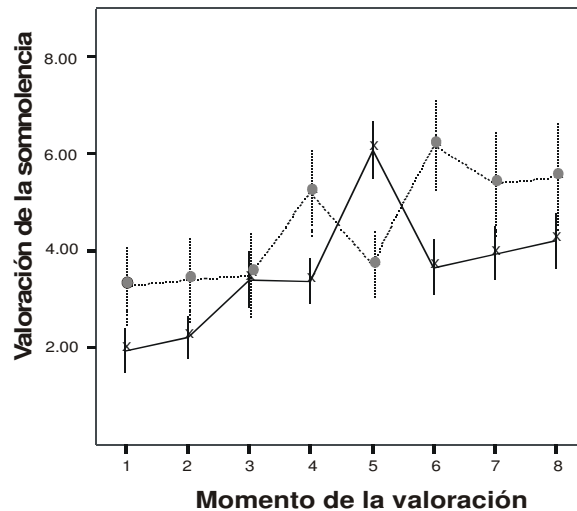
**La escala de somnolencia Karolinska (KSS)**

1 = extremadamente alerta
2
3 = alerta
4
5 = ni somnoliento ni alerta
6
7 = somnoliento, pero sin dificultad para permanecer despierto
8
9 = extremadamente somnoliento, combatiendo el sueño

**Figura A-2 La escala de somnolencia Karolinska (KSS)**

En esta escala se pide a la gente que dé una valoración de la medida de su somnolencia en este momento<sup>4</sup>. Puede marcarse cualquiera de los valores de 1 a 9, y no solamente los que tienen una descripción literal.

La Figura A-3 muestra las valoraciones KSS de 25 miembros de tripulación en vuelos de radio de acción extremadamente grande desde Singapur a Los Ángeles<sup>5</sup>.



**Figura A-3 Valoraciones KSS de la somnolencia en vuelos de Singapur a Los Ángeles**  
**Trazo grueso: datos de la tripulación al mando**  
**Trazo de puntos: datos de la tripulación de relevo**

4 Åkerstedt, T., Gillberg, M., "Subjective and objective sleepiness in the active individual," *International Journal of Neuroscience*, May 1990, Vol. 52(1-2), pp. 29-37.  
 Gillberg, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T., "Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake," *Sleep*, April 1994, Vol. 17(3), pp. 236-41.  
 Harma, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P., Muller, K., "The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers," *Journal of Sleep Research*, 2002, Vol. 11(2), pp. 141-51.  
 Gillberg, M., "Subjective alertness and sleep quality in connection with permanent 12-hour day and night shifts," *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1998, Vol. 24 (Suppl 3), pp. 76-80.  
 Reyner, L.A., Horne, J.A., "Evaluation of 'in-car' countermeasures to sleepiness: cold air and radio," *Sleep*, 1998, Vol. 21(1), pp. 46-50.

5 Flight Safety Foundation, *Flight Safety Digest*, 2006, Vol. 24, pp. 8-9.  
 Signal, T.L., van den Berg, M., Travier, N., Gander, P.H., "Phase 3 ultra-long range validation: in-flight polysomnographic sleep and psychomotor performance," Wellington, New Zealand: Massey University, Sleep/Wake Research Centre Report, 2004.

En cada vuelo había dos tripulaciones (dos capitanes y dos primeros oficiales). La tripulación al mando (trazo grueso) voló el despegue y el aterrizaje y se le atribuyeron los períodos de descanso en vuelo segundo y cuarto. A la tripulación de relevo (trazo de puntos) se le atribuyeron los períodos de descanso primero y tercero (fue la tripulación al mando en el vuelo de vuelta).

Las valoraciones se hicieron en los momentos siguientes:

- valoración 1 – antes del vuelo;
- valoración 2 – en lo más alto del ascenso;
- valoración 3 – antes del primer período de descanso en vuelo para cada miembro de la tripulación;
- valoración 4 – después del primer período de descanso en vuelo para cada miembro de la tripulación;
- valoración 5 – antes del segundo período de descanso en vuelo para cada miembro de la tripulación;
- valoración 6 – después del segundo período de descanso en vuelo para cada miembro de la tripulación;
- valoración 7 – en el punto más alto del descenso; y
- valoración 8 – después del vuelo, antes de que la aeronave vuelva a partir.

Las tripulaciones al mando y en descanso presentan distintos tipos de valoraciones de somnolencia a lo largo del vuelo, lo que parcialmente es el resultado de sus diferentes períodos de descanso en vuelo.

### **El control Samn-Perelli Crew Status**

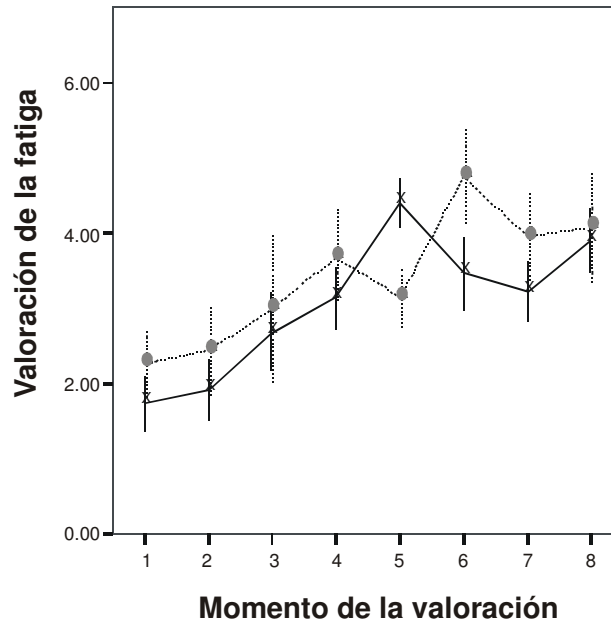
En esta escala se pide a la gente que valore su nivel de fatiga en el momento y es una versión simplificada de la Samn-Perelli Checklist<sup>6</sup>.

1 = plenamente alerta y muy despierto
2 = muy animado, algo sensible, pero no al máximo
3 = Bien, bastante fresco
4 = un poco cansado, menos fresco
5 = moderadamente cansado, flojo
6 = extremadamente cansado, gran dificultad de concentración
7 = completamente exhausto, incapaz de funcionar efectivamente

**Figura A-4 El control Samn-Perelli Crew Status**

6 Samn, S.W., Perelli, L.P., "Estimating aircrew fatigue: A technique with implications to airlift operations," Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine, Technical Report No. SAM-TR-82-21, 1982.  
Samel, A., Wegmann, H.M., Vejvoda, M., Drescher, J., Gundel, A., Manzey, D., Wenzel, J., "Two-crew operations: Stress and fatigue during long-haul night flights," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, August 1997, Vol. 68(8), pp.679-87.  
Samel, A., Wegmann, H.M., Vejvoda, M., "Aircrew fatigue in long-haul operations." *Accident Analysis and Prevention*, July, 1997, Vol. 29(4) pp. 439-52.

La Figura A-5 muestra las valoraciones Samn-Perelli para las mismas tripulaciones ULR en los mismos vuelos que los de la Figura A-3.



**Figura A-5 Valoraciones Samn-Perelli de la fatiga en vuelos de Singapur a Los Ángeles**  
**Trazo grueso: datos de la tripulación al mando**  
**Trazo de puntos: datos de la tripulación de relevo**

#### *Ventajas e inconvenientes de las valoraciones subjetivas*

Las valoraciones subjetivas de la somnolencia y la fatiga son relativamente económicas y fáciles de recoger y analizar. Además, es probable que la forma en que se sienta un miembro de la tripulación influya en sus decisiones respecto a cuándo utilizar las estrategias personales para combatir la fatiga. Por otro lado, las valoraciones subjetivas no siempre reflejan de forma precisa las valoraciones objetivas de la degradación del desempeño o de las pérdidas de sueño, especialmente cuando se ha dormido menos de lo necesario (restricción de sueño) a lo largo de varias noches consecutivas.

En una cultura de notificación, como la que se requiere para el FRMS, las dudas sobre si algunos miembros de la tripulación pudieran exagerar en sus respuestas, por motivos personales o industriales, deben ser mínimas. Además las valoraciones extremas son evidentes cuando se comparan con las medias del grupo.

En un FRMS, las valoraciones subjetivas de la somnolencia y la fatiga son especialmente útiles:

- para recopilar información procedente de grandes grupos de miembros de tripulación;
- cuando se necesitan datos con bastante rapidez para decidir si se justifica observar con mayor profundidad o si se necesitan estrategias adicionales para mitigar el riesgo asociado a la fatiga; y
- entre una gama de medidas, cuando se emprende un seguimiento más intenso en un FRMS (por ejemplo, durante la validación de una nueva ruta), porque aportan informaciones valiosas sobre la experiencia de los miembros de la tripulación en cuanto a la fatiga.

La toma de decisiones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede orientarse comparando las valoraciones medias (y/o extremas) con los datos recogidos en otras operaciones.

## A-2.2 Medición objetiva del desempeño

En los estudios de laboratorio se utiliza una serie de pruebas objetivas del desempeño, pero generalmente se miden aspectos muy específicos de éste (por ejemplo, el tiempo de reacción, la vigilancia o la memoria de corto plazo), y no las combinaciones complejas de las aptitudes que necesitan los miembros de la tripulación en sus actividades durante el vuelo. En las pruebas de laboratorio suele medirse también el desempeño individual, no el desempeño combinado de la tripulación. No obstante, se considera que algunos ensayos simples del desempeño son "pruebas" o indicadores de la capacidad de un miembro de la tripulación para realizar sus obligaciones.

Al elegir las pruebas de desempeño para seguir la fatiga de los miembros de la tripulación y su somnolencia durante las operaciones de vuelo, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. ¿Cuánto duró la prueba?
2. ¿Puede realizarse en puntos múltiples en el tiempo (por ejemplo, varias veces a lo largo del vuelo) sin comprometer la capacidad de un miembro de la tripulación para ajustarse a los requisitos del servicio?
3. ¿Se ha validado? Por ejemplo, ¿se ha demostrado que reacciona a los efectos de la pérdida de sueño y al ciclo del reloj corporal circadiano en condiciones experimentales controladas?
4. ¿Es predictiva de tareas más complejas, por ejemplo, el desempeño de la tripulación en el simulador o durante una emergencia en vuelo? (Lamentablemente, en la actualidad se ha investigado muy poco sobre esta cuestión).
5. ¿Se ha utilizado en otras operaciones de la aviación y se dispone de datos para comparar los niveles de fatiga?

Una prueba de desempeño que cumple estos criterios es la Tarea de vigilancia psicomotriz, o PVT<sup>7</sup>. En la versión más utilizada de la PVT, la prueba dura 10 minutos y se efectúa con un dispositivo de mano al efecto. No obstante, en algunos estudios recientes<sup>8</sup> y en amplios estudios de aviación efectuados sobre el terreno actualmente en curso, se está utilizando una versión de cinco minutos de la PVT programada en un Asistente personal de datos (PDA).

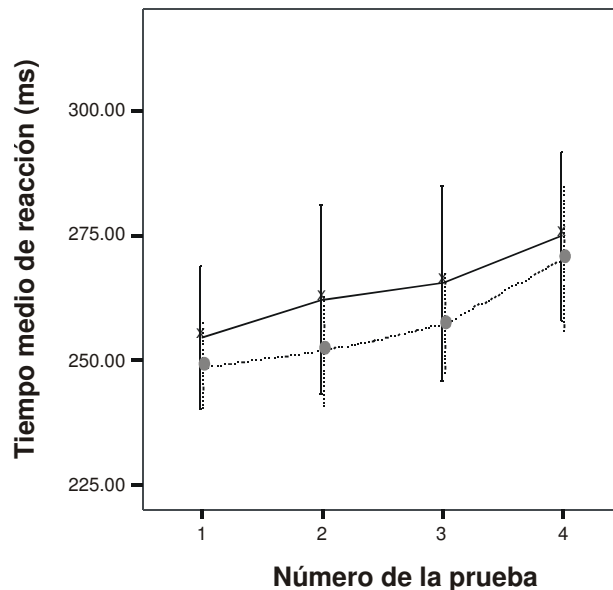
La Figura A-6 muestra los tiempos de reacción medios de la prueba PVT para los mismos miembros de tripulación ULR en los mismos días de vuelo de las Figuras A-3 y A-5. En este estudio, se utilizó la versión de 10 minutos. Las pruebas PVT se realizaron en los momentos siguientes:

- prueba 1 – cerca del máximo de la ascensión;
- prueba 2 – al inicio del segundo turno de descanso en vuelo;
- prueba 3 – cerca de la parte más alta del descenso; y
- prueba 4 – después del vuelo, antes de abandonar la aeronave.

7 Dinges, D.F. and Powell, J.P., "Microcomputer analysis of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations," *Behavior Research Methods, Instruments, and Computing*, 1985, Vol. 17, pp. 652-55.

Balkin, T.J., Bliese, P.D., Belenky, et al, "Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment," *Journal of Sleep Research*, September 2004, Vol. 13(3), pp. 219-27.

8 Lamond, N., Petrelli, R., Dawson, D., Roach, G.D., *The impact of layover length on the fatigue and recovery of long-haul flight crew*. Proceedings of the Fatigue in Transportation Conference (Session 13c), Seattle, 11-25 September 2005. US Department of Transport.



**Figura A-6** Tiempo medio de reacción en pruebas PVT en vuelos de Singapur a Los Ángeles  
**Trazo grueso: datos de la tripulación al mando**  
**Trazo de puntos: datos de la tripulación de relevo**

#### *Ventajas e inconvenientes de las pruebas PVT*

Las PVT requieren una atención constante del miembro de la tripulación durante la prueba. En el estudio de la Figura A-6, por ejemplo, esto significaba que se pedía a los miembros de la tripulación que salieran del círculo de control operacional durante un total de 30 minutos en el vuelo. Esto suponía un reto aún mayor cuando las tripulaciones no estaban reforzadas.

En el estudio de la Figura A-6, se pedía a los miembros de la tripulación que cumplimentaran las pruebas PVT en el puesto de pilotaje, y hubo claras ocasiones en que se distrajo su atención de los sucesos operacionales. Esto incrementaba la variabilidad del desempeño en la prueba PVT por todo el grupo y hacía difícil encontrar cambios estadísticamente significativos en el rendimiento de la prueba PVT. Únicamente la prueba posterior al vuelo (Prueba 4) de la Figura A-6 es significativamente distinta de cualquiera de las otras.

La prueba PVT no mide aptitudes importantes, tales como la percepción de la situación y la toma de decisiones. Por otro lado, las pruebas más complejas para medir estos tipos de aptitudes suelen exigir muchos ensayos prácticos antes que poder considerarlas plenamente ilustrativas y disponibles para utilizarlas midiendo los cambios debidos a la fatiga. La prueba PVT no exige ensayos prácticos, excepto el de asegurarse de que los miembros de la tripulación saben cómo manejar el dispositivo de prueba.

#### **A-2.3 Seguimiento del sueño**

La pérdida del sueño es un factor clave de la fatiga. Además, los miembros de la tripulación tienen que tener un sueño recuperador para volver a su nivel óptimo funcional de alerta. El sueño puede seguirse durante las operaciones de vuelo utilizando diarios subjetivos de sueño y/o medidas objetivas, tales como la actigrafía o la polisomnografía. Cada una de ellas se describe a continuación con detalle.

### **Diarios de sueño**

En los diarios de sueño se pide a los miembros de la tripulación que registren la información siguiente sobre cada período de sueño:

- dónde durmieron (en casa, en el hotel de escala, durante el vuelo en una instalación de descanso de la tripulación o en un asiento de la clase preferente, etc.);
- a qué hora se acostaron y a qué hora se despertaron;
- cuánto tiempo creen que durmieron; y
- si creen que durmieron bien.

También puede pedirse a los miembros de la tripulación que valoren su somnolencia y fatiga antes y después de los períodos planificados de descanso. Cuando se sigue el sueño durante las operaciones de vuelo, también se pide a los miembros de la tripulación que registren las horas de servicio reales.

Los diarios puede tener disposiciones diferentes y suelen adaptarse para incluir información específica relativa a un estudio determinado (por ejemplo, recordatorios sobre cuándo deben realizarse pruebas de desempeño o las escalas de valoración de la carga de trabajo). Los diarios en papel siguen siendo muy habituales, pero también se utilizan versiones electrónicas (por ejemplo, las programadas en un PDA). Pueden ser necesarias disposiciones diferentes para las distintas partes de un estudio, por ejemplo, para las pruebas antes del vuelo, para las realizadas en vuelo y para las efectuadas en las escalas.

La Figura A-7 muestra un ejemplo de un diario de sueño en vuelo, pensado para utilizarlo durante vuelos ULR en que las tripulaciones tienen múltiples períodos de descanso en vuelo (cortesía del Sleep/Wake Research Centre). En este ejemplo se incluyen las valoraciones Karolinska Sleepiness y Samn-Perelli antes y después de cada período de sueño, así como la escala de evaluación de la calidad del sueño para cada período de sueño.

#### *Ventajas e inconvenientes de los diarios de sueño*

Los diarios de sueño son económicos en comparación con las formas objetivas de seguimiento de sueño. No obstante, la información de los diarios en papel debe introducirse en las bases de datos, lo que puede ralentizar el proceso de obtención de respuestas para una cuestión operacional particular, a lo que hay que añadir los costes correspondientes del análisis de los datos del diario.

Se sabe que los diarios de sueño son menos fiables que el seguimiento objetivo del sueño. En un estudio se han comparado los diarios y las medidas objetivas del sueño en 21 miembros de la tripulación de un vuelo B-777, en un hotel de escala y en el vuelo<sup>9</sup>. Para el sueño en vuelo:

- las duraciones medias del sueño tomadas de diarios fueron similares a las registradas utilizando la polisomnografía (la regla de oro aceptada para registrar el sueño); pero
- la variabilidad entre individuos fue elevada. Algunos miembros de la tripulación sobrestimaron la duración de su sueño y otros la subestimaron; y
- las estimaciones de los miembros de la tripulación sobre el tiempo que tardaron en dormirse y sus valoraciones de la calidad del sueño no se relacionaron de forma fiable con las medidas de polisomnografía.

---

9 Signal, T.L., Gale, J., and Gander, P.H., "Sleep Measurement in Flight Crew: Comparing Actigraphic and Subjective Estimates of Sleep with Polysomnography," *Aviation Space and Environmental Medicine*, 2005, Vol. 76(11), pp. 1058-63.

**En vuelo**

Date: // 0000 0200 0400 0600 0800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400  
(UTC)

Date: // 0000 0200 0400 0600 0800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400  
(UTC)

ESET 1		ESET 2		ESET 3		Fatigue rating: 1=fully alert, wide awake 2=very lively, responsive, but not peak 3=tired, somewhat restless 4=wide eyed, less than fresh 5=noticeably tired, but clear 6=extremely tired, very difficult to concentrate 7=completely exhausted, unable to function
START	FD, assessment, High, low, sleep	START	FD, assessment, High, low, sleep	START	FD, assessment, High, low, sleep	
1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	Sleep Quality: 1=extremely good 2=extremely poor
END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	
Total duration of sleep (including awakenings)		Total duration of sleep (including awakenings)		Total duration of sleep (including awakenings)		Sleepiness rating: 1=extremely alert 2=alert 3=awake 4=somewhat sleepy, not alert 5=tired, but no difficulty remaining awake 6=extremely sleepy, fighting sleep
hr. min.		hr. min.		hr. min.		
ESET 4		ESET 5		ESET 6		ID <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
START	FD, assessment, High, low, sleep	START	FD, assessment, High, low, sleep	START	FD, assessment, High, low, sleep	
1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	1== (UTC) hr. min.	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9	
END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	END	Fatigue rating: 1 1 1 = 5 6 T Sleepiness rating: 1 1 1 = 5 6 T E 9 Sleep Quality: 1 1 1 = 5 6 T	
Total duration of sleep (including awakenings)		Total duration of sleep (including awakenings)		Total duration of sleep (including awakenings)		
hr. min.		hr. min.		hr. min.		

Figura A-7 Ejemplo de un diario de sueño en vuelo para operaciones ULR

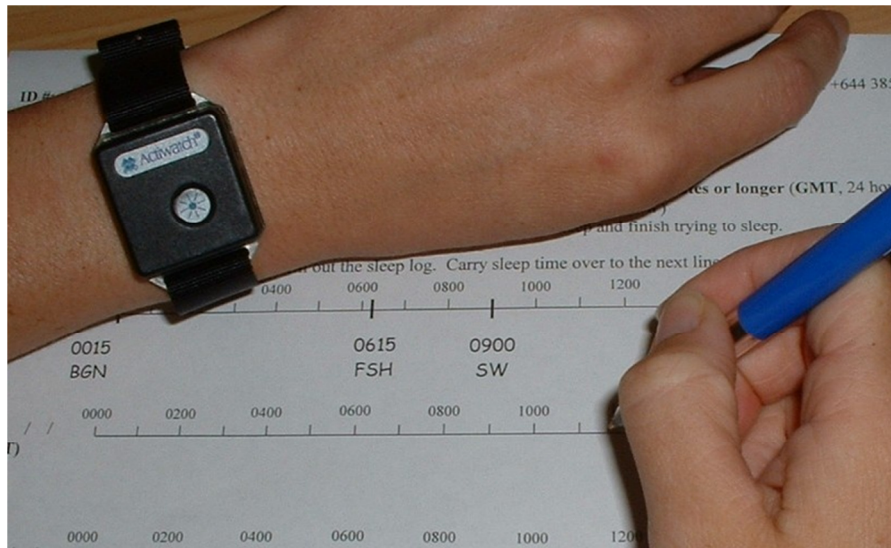
Así pues, los diarios por sí solos pueden ser útiles para medir la duración del sueño de los grupos, pero *no pueden considerarse precisos para la estimación de la duración del sueño de ninguno de los individuos*. Además, los diarios no suelen considerarse fiables para medir la calidad del sueño. (No obstante, algunas investigaciones muy recientes sugieren que los informes sobre la calidad de su sueño de las personas pueden estar relacionados con partes del cerebro que no detectan la polisomnografía, de forma que la opinión acerca del valor de la calidad del sueño de la que uno mismo informa puede cambiar).

A pesar de estas limitaciones, los diarios de sueño son relativamente económicos para la recogida de una información razonable sobre la duración media del sueño obtenida en *grupos* de miembros de tripulación. También se utilizan para ayudar a interpretar los datos objetivos del sueño, como se describe a continuación.

**Actigrafía**

Un actígrafo es un pequeño dispositivo que se lleva en la muñeca y que incorpora un acelerómetro para medir el movimiento, junto a un microcircuito de memoria que almacena "cómputos de actividad" a intervalos regulares (por ejemplo, cada minuto). Dependiendo de la memoria disponible, puede llevarse durante semanas o meses, antes de que sea necesario descargar los datos en un computador para su análisis. La Figura A-8 muestra un ejemplo de un actígrafo antiguo.

Hay una serie de fabricantes de actígrafos, y cada modelo viene con un soporte lógico adaptado que explora los registros de actividad y decide (sobre la base de un algoritmo validado) si la persona estaba dormida o despierta en cada período registrado (por ejemplo, cada minuto). Algunos dispositivos cuentan con sensores de luz y otros también tienen un aspecto de reloj de pulsera normal, de forma que el que lo lleva no necesita llevar también un reloj normal para seguir la hora.



**Figura A-8 Ejemplo de actígrafo**

La Figura A-9 muestra un registro de actígrafo de un miembro de tripulación antes, durante y después de un viaje ULR Singapur-Los Ángeles-Singapur. Cada barra vertical indica una hora, extendiéndose el diagrama 24 horas (de medianoche a medianoche). Los días consecutivos se muestran en el eje vertical. Las barras negras verticales indican el nivel de actividad durante cada minuto del registro (las barras más altas indican más movimiento). Los períodos con movimiento mínimo (barras cortas negras dispersas) corresponden a los tiempos en que el miembro de la tripulación estaba dormido.

El primer jueves, el miembro de la tripulación iba como miembro de tripulación de relevo en el tramo SIN-LAX, durante el cual tuvo tres turnos de descanso en vuelo (1 hora 30 minutos, 4 horas y 2 horas), pero (según su diario) fue a la instalación de descanso de la tripulación únicamente durante el segundo turno. El algoritmo de puntuación del actígrafo calculó que tuvo 2 horas 55 minutos de sueño durante el segundo turno de descanso, y 1 hora 12 minutos de sueño durante su tercer período de descanso, lo cual hizo en la cabina de pasajeros. Su diario de sueño indicaba que también estuvo 44 minutos tratando de dormir durante su primer turno de descanso, pero el algoritmo no pudo calcular (en dicho tiempo) un período de sueño tan corto.

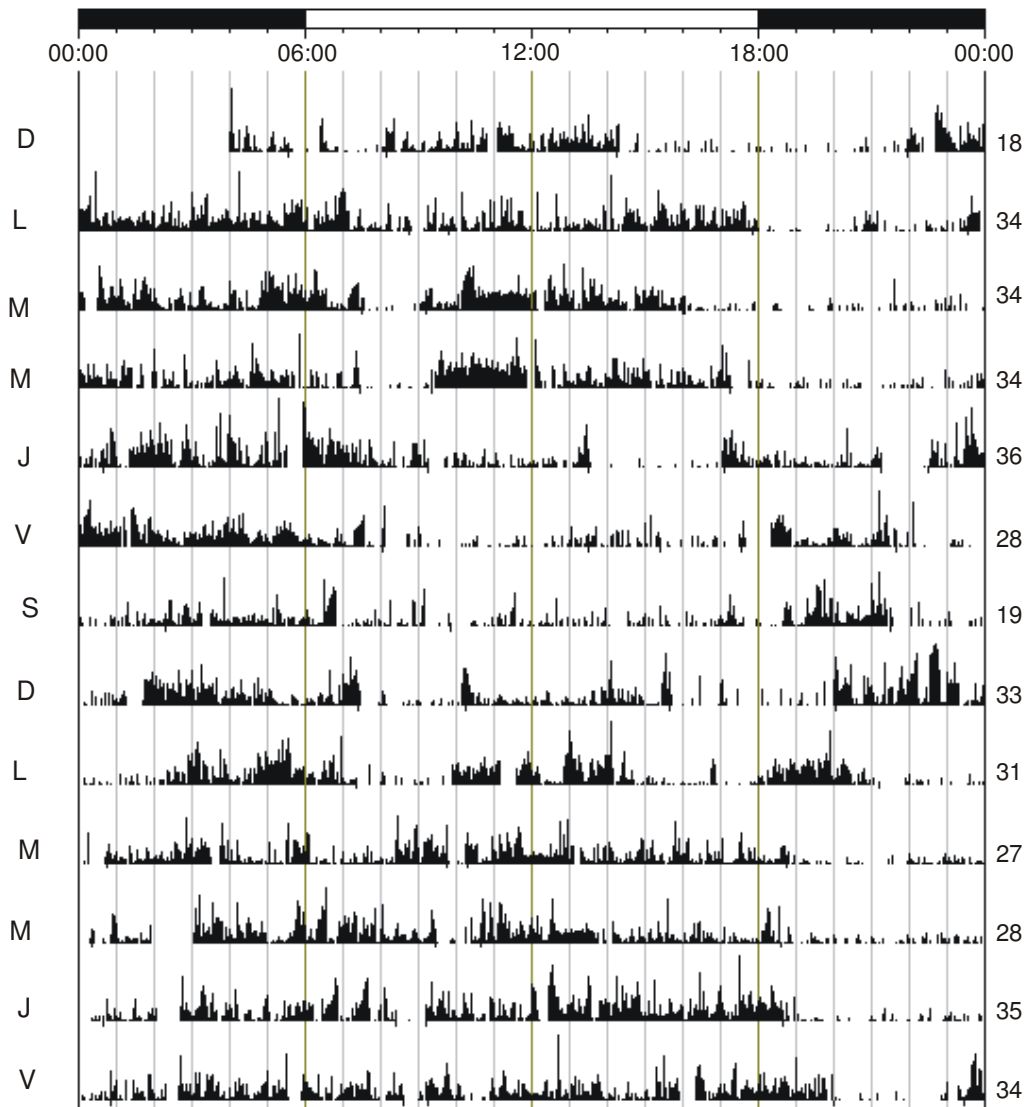
El domingo siguiente, voló como miembro de la tripulación al mando en el tramo LAX-SIN y tuvo dos turnos de descanso en vuelo (3 horas 15 minutos y 5 horas), los cuales descansó en la dependencia de descanso de la tripulación. Conforme al algoritmo de cálculo del actígrafo, tuvo 2 horas 14 minutos de sueño en su primer período de descanso, y 4 horas 3 minutos en su segundo.

#### *Ventajas e inconvenientes de la actigrafía*

Como ilustra la Figura A-9, la actigrafía es muy útil para obtener registros objetivos de las estructuras de sueño/vigilia de miembros de tripulación a lo largo de múltiples días. Actualmente es la forma más práctica y fiable de ver si los miembros de la tripulación acumulan sueño atrasado a lo largo de una línea de vuelos, en comparación con el tiempo en que duermen como media cuando no están de servicio. La actigrafía puede también ofrecer información útil sobre la recuperación del sueño después de un viaje.

Los actígrafos son pequeños y fáciles de llevar, siendo la actigrafía económica respecto a la polisomnografía. La principal limitación de la actigrafía es que ve la actividad (no el sueño), y no puede distinguir entre uno que esté dormido y otro que esté despierto pero sin moverse.





**Figura A-9 Registro de actigrafía de un miembro de la tripulación antes, durante y después de un viaje ULR Singapur-Los Ángeles-Singapur**

En el estudio descrito anteriormente<sup>9</sup>, se comparaban también los registros de sueño de actigrafía y polisomnografía de 21 miembros de la tripulación de un vuelo B-777. Para el sueño en hotel y el sueño en litera:

- las duraciones medias del sueño calculadas por actigrafía eran similares a las registradas utilizando la polisomnografía; pero
- para miembros individuales de tripulación, la actigrafía podía sobrestimar o subestimar la duración del sueño registrado por polisomnografía en más de una hora. Este grado de imprecisión resulta particularmente problemático para los períodos de sueño en vuelo, que tienden a ser breves; y

- comparando la actigrafía y la polisomnografía minute a minute, el estudio llegaba a la conclusión de que las estimaciones actigráficas en cuanto al tiempo que les llevó a los miembros de la tripulación dormirse y en cuanto a la frecuencia con que se despertaban durante un período de sueño (calidad del sueño) no eran fiables en relación con las medidas polisomnográficas.

En el lado positivo, el estudio demostraba que la actigrafía no estaba contaminada significativamente por factores de vuelo, tales como la turbulencia o el movimiento de la aeronave, y que resulta fiable para estimar *la duración media del sueño de grupos de miembros de tripulación, en aire y en tierra*.

Los actígrafos son actualmente caros, aunque algunos fabricantes trabajan sobre la nueva generación de dispositivos que pueden reducir los costes. No todos los actígrafos en el mercado se han validado (comparando sus algoritmos para estimar la cantidad de sueño y la calidad con polisomnografía), y algunos todavía no han dado pruebas de ser robustos ni fiables para el seguimiento del sueño durante las operaciones de vuelo (la vida de la batería puede ser un problema en algunos dispositivos).

En la actualidad, la norma aceptada para analizar los registros actigráficos es utilizar un diario de sueño con el que identificar cuando un miembro de tripulación estaba tratando de dormir (y no estando simplemente sentado y quieto, o sin llevar el reloj). Las partes del registro en que el miembro de la tripulación estaba tratando de dormir se analizaron para saber la duración y la calidad del sueño. Este tipo de análisis exige contar con una persona adiestrada que trabaje manualmente con los registros actigráficos, lo que lleva tiempo y es bastante costoso. Algunos fabricantes y grupos de investigación están tratando de evitar la necesidad de esta valoración manual que haría que la actigrafía fuese mucho más barata y rápida en el análisis. No obstante, está por demostrar la viabilidad de estos nuevos enfoques para estimar la duración y la calidad del sueño (en comparación con la polisomnografía).

Algunos explotadores pueden optar por desarrollar una capacidad propia de recogida y análisis de datos por actigrafía. Dentro de los procesos de garantía del FRMS, podría convocarse periódicamente un grupo asesor científico externo que examinase los análisis actigráficos y que el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga adoptase las decisiones resultantes.

### **Polisomnografía**

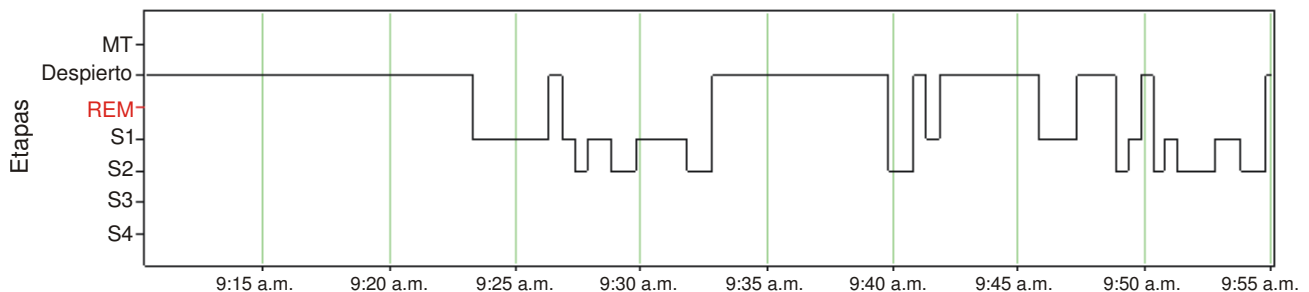
La polisomnografía es la regla de oro aceptada para la supervisión del sueño y actualmente es el único método que ofrece información fiable sobre la estructura interna del sueño y la calidad de éste. Consiste en pegar unos electrodos en el cuero cabelludo y en la cara, y conectarlos a un dispositivo de grabación, a fin de medir tres tipos de actividad eléctrica: 1) las ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG); 2) los movimientos oculares (electrooculograma o EOG); y 3) el tono muscular (electromiograma o EMG).

Además de la supervisión del sueño, la polisomnografía puede utilizarse para seguir la alerta de la vigilia, basándose en las frecuencias dominantes de las ondas cerebrales y las estructuras de pequeños movimientos oculares giratorios involuntarios que acompañan a la caída en el sueño. La Figura A-10 muestra un miembro de la tripulación de vuelo en el puesto de pilotaje que lleva unos electrodos de polisomnografía, los cuales conecta un investigador a un dispositivo de grabación portátil.



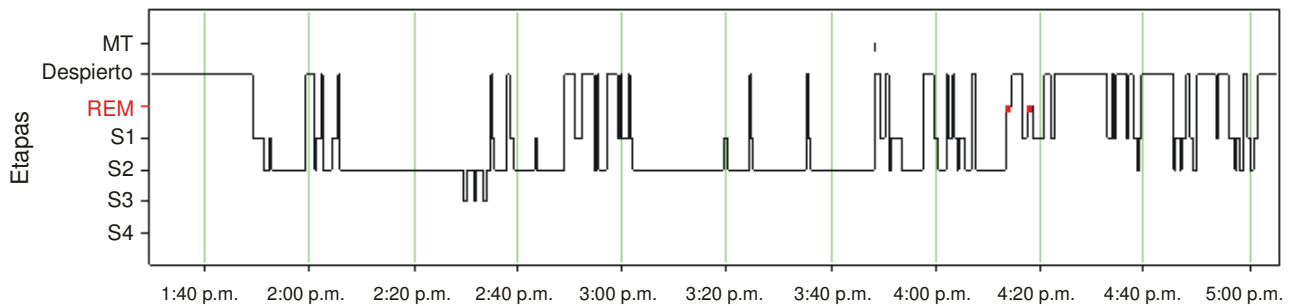
**Figura A-10 Grabación polisomnográfica en vuelo**

La Figura A-11 muestra un análisis del registro polisomnográfico del primer período de sueño en el vuelo SIN-LAX del mismo miembro de la tripulación cuyo registro actigráfico se muestra en la Figura A-9 (horas UTC). La Figura A-11 es un gráfico elaborado por un técnico del sueño experimentado que examinó toda la grabación polisomnográfica y, utilizando un conjunto de reglas internacionalmente convenidas, decidió, para cada intervalo de 30 segundos, si el miembro de la tripulación estaba despierto, o en qué tipo de sueño había pasado la mayoría de los 30 segundos. La Figura A-11 muestra que tardó 13 minutos en dormirse y que a continuación estuvo 17,5 minutos en un sueño no-REM ligero (S1 y S2). No obstante, se despertó seis veces a lo largo del período de sueño. No entró en un sueño no-REM profundo (S3 y S4), o en un sueño con movimientos rápidos del ojo (REM).



**Figura A-11 Registro polisomnográfico del primer período de descanso en el vuelo SIN-LAX (el mismo miembro de la tripulación que el de la Figura A-9)**

La Figura A-12 muestra el registro polisomnográfico del mismo miembro de la tripulación durante su segundo período de descanso en el vuelo SIN-LAX. En este período de descanso (en la litera), sintió sueño durante 19,5 minutos y a continuación se durmió durante un total de 144,5 minutos, interrumpidos por una serie de breves períodos de vigilia que totalizaron 52 minutos. Estuvo 1,5 minutos en sueño no-REM profundo (S3), dos minutos en sueño REM, y el resto del tiempo en sueño no-REM ligero (S1 y S2).



**Figura A-12 Registro polisomnográfico del segundo período de descanso en el vuelo SIN-LAX (el mismo miembro de la tripulación que el de la Figura A-9)**

#### *Ventajas e inconvenientes de la polisomnografía*

Las Figuras A-11 y A-12 muestran la información detallada sobre la calidad del sueño que puede obtenerse únicamente mediante grabaciones polisomnográficas. Cuando es importante asegurarse de la duración y el tipo de sueño que tienen los miembros de la tripulación, el seguimiento polisomnográfico es el método más fiable.

Por otra parte, la polisomnografía es relativamente invasora y su realización lleva tiempo. Requiere técnicos bien adiestrados que tardan 30 minutos en ajustar los electrodos de grabación en la cabeza y la cara de una persona, además de verificar que funcionan todas las conexiones. Para las grabaciones en vuelo, hay que verificar periódicamente los contactos eléctricos (por ejemplo, antes de cada período de descanso en vuelo) a fin de asegurarse de que las señales siguen siendo limpias. Puede enseñarse a los miembros de la tripulación como retirar ellos mismos los electrodos. No obstante, el equipo es caro y frágil y se necesita un técnico que descargue los datos del dispositivo de grabación en una computadora y que limpie el equipo. Esto significa que normalmente se precisa de al menos un técnico que acompañe a los miembros de la tripulación a lo largo de todo un viaje, durante el cual se registra el sueño utilizando la polisomnografía. Todo ello es costoso.

Como se ha indicado anteriormente, la norma actualmente aceptada para analizar la polisomnografía es contar con un técnico adiestrado en valoración del sueño que trabaje durante toda la grabación para decidir cada 30 segundos si el miembro de la tripulación estaba despierto, o en qué tipo de sueño estuvo la mayoría de dichos 30 segundos. Por motivos de garantía de calidad, es habitual contar con un segundo técnico adiestrado que valore al menos alguno de los registros, para verificar la fiabilidad de la puntuación entre los dos técnicos. Esto lleva tiempo y es relativamente costoso. Hay diversos grupos trabajando en los sistemas de valoración automatizados para la polisomnografía, pero hasta el momento ninguno de ellos tiene una amplia aceptación en los círculos de la investigación del sueño y de la medicina del sueño. Después de este proceso de valoración, es necesario contar con una persona cualificada que interprete el significado de los diagramas, tales como los de las Figuras A-11 y A-12.

A pesar de los costos y los inconvenientes, se está realizando una serie de estudios sobre el sueño de la tripulación de vuelo que se han utilizado en la polisomnografía y han resultado muy instructivos. Aunque es probable que ninguna compañía aérea necesite desarrollar su propia capacidad de registrar y analizar la polisomnografía como faceta regular de su FRMS, hay situaciones en las que se necesita información detallada procedente de la polisomnografía. Por ejemplo, al lanzar los primeros vuelos ULR comerciales de pasajeros, Singapore Airlines y la Singapore Civil Aviation Authority convinieron en que

había que supervisar mediante polisomnografía el sueño de un subgrupo de miembros de la tripulación durante la validación operacional de la ruta SIN-LAX. Los datos de las Figuras A-3, A-5, A-6, A-9, A-11 y A-12 proceden de esta validación y se utilizan aquí por cortesía de la Singapore Civil Aviation Authority (Dr. Jarnail Singh), siendo facilitados por el Sleep/Wake Research Centre de la Universidad Massey de Nueva Zelandia.

#### A-2.4 Seguimiento del ciclo del reloj corporal circadiano

El ciclo del reloj corporal circadiano es un factor clave en la fatiga de los miembros de la tripulación, pero es difícil de seguir durante las operaciones de vuelo. *En el laboratorio*, se supervisa generalmente el ciclo del reloj corporal midiendo dos de los ritmos principales que gobierna:

1. el ritmo diario de la temperatura del cuerpo; y
2. el ritmo diario de los niveles de la hormona melatonina, que segrega la glándula pineal por la noche. Los niveles de melatonina pueden medirse en la sangre, la saliva o en muestras de orina recogidas a intervalos regulares.

Durante los años ochenta, una serie de equipos de investigación siguieron los relojes corporales circadianos de miembros de la tripulación, rastreando el ritmo de la temperatura corporal. La Figura A-13 muestra las horas de los mínimos diarios de la temperatura de un miembro de tripulación que participaba en el vuelo de un B-747 en un viaje de larga distancia de ocho días<sup>10</sup>.

En su casa en SFO antes del viaje, el mínimo de su temperatura (triángulo invertido) se produjo unas cinco horas en el interior de su período de sueño (barra horizontal negra). Durante el viaje, voló constantemente hacia el oeste y posteriormente hacia el este, atravesando múltiples zonas horarias y quedándose unas 24 horas en cada ubicación. El mínimo de la temperatura circadiana no pudo seguir este esquema perturbado (derivó no más de dos horas de un día al siguiente). A lo largo de todo el viaje, se desplazó progresivamente retrasándose, de forma que en el momento en que el miembro de la tripulación volvió a SFO, al final del viaje, había derivado hacia unas seis horas más tarde. Así, cuando volvió a casa, el reloj corporal circadiano del miembro de la tripulación estaba seis horas desplazado respecto a la zona horaria de su casa y le llevó varios días readaptarse.

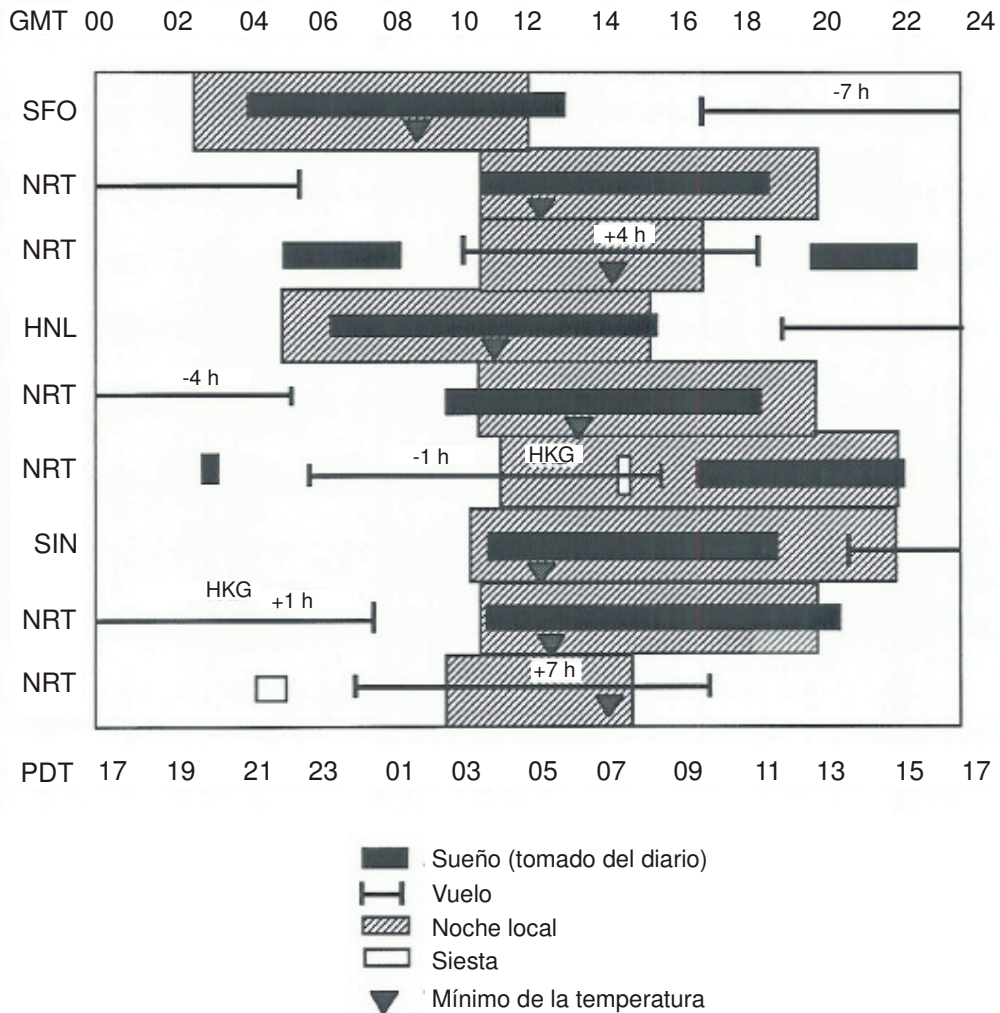
Otro aspecto interesante de este registro es que el mínimo de la temperatura (cuando el deseo psicológico del sueño es máximo), se produce ocasionalmente en vuelo, por ejemplo, en el vuelo de NRT a HKG. En esos momentos, el miembro de la tripulación corre un gran riesgo de caer dormido involuntariamente en el puesto de pilotaje. Como alternativa, tiene la oportunidad de hacer una pausa de descanso (lo que no era el caso en esta operación), y ello representaría una buena ocasión para tratar de dormir un poco en vuelo.

Evidentemente, la Figura A-13 ofrece una información valiosa que puede ponerse en relación con el sueño, la fatiga, el estado de ánimo y la capacidad de desempeño del miembro de la tripulación. No obstante, ya hace varios decenios que se realiza este tipo de seguimiento, principalmente debido a la logística y a los costes de seguimiento de los ritmos circadianos durante las operaciones de vuelo.

Se está realizando una investigación encaminada a desarrollar métodos más sólidos y menos invasivos para el seguimiento continuo de los ritmos circadianos fuera del laboratorio, incluyendo una nueva generación de "píldoras" de temperatura, que se tragan y transmiten mediciones de la temperatura a medida que se desplazan por el sistema digestivo. Sin embargo, la temperatura corporal también resulta afectada por el nivel de actividad física, y es complicado separar este "efecto de máscara" del componente real que rige el reloj circadiano del ritmo de la temperatura (esto se efectúa matemáticamente en la Figura A-13).

---

10 Gander, P.H., Gregory, K.B., Miller, D.L., Rosekind, M.R., Connell, L.J., and Graeber, R.C. "Flight crew fatigue V: long-haul air transport operations," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, Vol. 69, pp. B37-B48



**Figura A-13 Horas de sueño (datos del diario) y tiempos del mínimo de la temperatura circadiana**

El segundo ritmo que suele seguirse en el laboratorio para rastrear el ciclo del reloj corporal circadiano es el nivel de la hormona melatonina. Puede medirse la melatonina en muestras de sangre o de saliva tomadas a intervalos regulares y sus metabolitos pueden medirse en muestras de orina. Hay dificultades evidentes en la recolección y almacenamiento congelado de muestras de fluidos corporales durante las operaciones de vuelo. Otro factor de complicación es que la síntesis de la melatonina se interrumpe con luz brillante. De esta manera, si un miembro de la tripulación está expuesto a la luz diurna durante su "noche biológica" (por ejemplo, algunas horas en algunos de los lados del mínimo de la temperatura de la Figura A-13), la secreción de melatonina cesará. Con ello resulta imposible rastrear su ciclo normal circadiano a lo largo de un viaje, tal como en la Figura A-13. El análisis de los niveles de hormona en los fluidos del cuerpo es una tarea que requiere aptitudes de alto nivel y que han de realizarse en un laboratorio reconocido.

*Ventajas e inconvenientes del seguimiento del ciclo del reloj circadiano del cuerpo de un miembro de tripulación durante un vuelo de larga distancia*

Se dispone verdaderamente de poca información sobre cómo el reloj corporal circadiano resulta afectado por cualquier tipo de operaciones de vuelo. Cuando se han recogido datos, hay constancia de una variabilidad considerable de unos individuos

a otros en el mismo viaje. Una mejor información en esta materia mejoraría el poder de previsión de los modelos biomatemáticos para la identificación de los peligros asociados a la fatiga y podría ofrecer información sobre la forma de adaptar las estrategias personales de mitigación para los miembros de tripulación que son de tipo matutino, en comparación con los de tipo vespertino. Varios grupos están trabajando activamente en nuevas tecnologías para seguir el ciclo del reloj corporal circadiano, aunque aún no se ha validado ninguna de ellas o no han dado pruebas de ser suficientemente sólidas y prácticas para su utilización durante las operaciones de vuelo.

### A-3. Evaluación de la contribución de la fatiga a los eventos relacionados con la seguridad operacional

No hay una fórmula sencilla para evaluar la contribución de la fatiga de un miembro de la tripulación a un suceso relacionado con la seguridad operacional. A los efectos del FRMS, el objetivo consiste en identificar la forma en que los efectos de la fatiga podrían reducirse, a fin de disminuir la probabilidad de apariciones similares en el futuro. Puede recogerse información básica para todos los informes de fatiga y eventos relacionados con la seguridad operacional, reservando los análisis más detallados a los sucesos en que es más probable que la fatiga constituya un factor importante y/o cuando los resultados sean más graves.

Para determinar que la fatiga constituye un factor de contribución a un suceso, se ha de probar que:

- la persona o la tripulación estaban en un estado de fatiga;
- la persona o la tripulación adoptaron medidas o decisiones particulares que fueron causa de lo que salió mal; y
- dichas medidas o decisiones son congruentes con el tipo de comportamiento que cabe esperar de una persona o tripulación fatigadas.

En 1997, la Canadian Transportation Safety Board elaboró unas directrices para el análisis de la fatiga. En ellas se planteaban cuatro preguntas iniciales para decidir si la fatiga constituía un factor que contribuía a un evento<sup>11</sup>.

1. ¿A qué hora del día tuvo lugar?
2. ¿Resultó perturbado el ritmo circadiano normal del miembro de la tripulación?
3. ¿Cuántas horas llevaba despierto el miembro de la tripulación cuando ocurrió?
4. ¿Apunta el historial de 72 horas de sueño a un sueño atrasado acumulado?

Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas indica un problema, debe investigarse en mayor profundidad la fatiga. Ello requiere trabajar con dos listas de verificación (adaptadas a partir de la guía de la Canadian Transportation Safety Board).

La **Lista de verificación 1** está concebida para determinar si la persona o la tripulación estaban fatigadas, basándose en una serie de preguntas o sondeos que abordan aspectos clave de la fatiga. La respuesta a cada pregunta se compara con la respuesta de mejor caso, a fin de establecer una imagen general del peligro de fatiga. Toda desviación respecto al caso de respuesta óptima indica un riesgo creciente de fatiga.

La **Lista de verificación 2** está concebida para establecer si la(s) medida(s) o decisión(es) insegura(s) era(n) congruente(s) con el tipo de comportamiento que cabe esperar de una persona o tripulación fatigadas.

---

11 Transportation Safety Board of Canada, *A Guide for Investigating for Fatigue*, Transportation Safety Board of Canada, 1997, Gatineau, Quebec.

## Lista de verificación 1 Establecimiento del estado fatigado

PREGUNTAS	RESPUESTAS ÓPTIMAS	NOTAS DEL INVESTIGADOR
<b>CANTIDAD DE SUEÑO</b> <i>(Establece si hubo o no sueño atrasado acumulado)</i>		
¿Cuánto duró el último período de sueño seguido?	7,5 a 8,5 horas	
¿Hora de inicio?	Ritmo normal circadiano, al final de la tarde	
¿Hora en que se despertó?	Ritmo normal circadiano, al principio de la mañana	
¿El sueño se vio interrumpido (cuánto tiempo)?	No	
¿Alguna siesta desde su último período de sueño seguido?	Yes	
¿Duración de las siestas?	Tuvo oportunidad de una siesta de recuperación (1,5-2 horas) o estratégica (20 min) antes de iniciar un turno tardío	
Describa su tipo de sueño en las últimas 72 horas. (Aplique el sistema de crédito de sueño)	Dos créditos por cada hora de sueño; pérdida de uno por cada hora despierto – debe ser un valor positivo	
<b>CALIDAD DEL SUEÑO</b> <i>(Establece si el sueño fue recuperador o no)</i>		
¿Cómo se relacionaba el período de sueño con el ciclo normal de sueño del individuo, es decir, la hora de inicio/fin?	Ritmo normal circadiano, al final de la tarde/al principio de la mañana	
¿Interrupciones del sueño?	No se despertó	
¿Entorno del sueño?	Condiciones ambientales adecuadas (tranquilas, temperatura cómoda, aire fresco, cama propia, habitación a oscuras)	
Patologías del sueño (trastornos)	Ninguno	
<b>HISTORIAL DE TRABAJO</b> <i>(Establece si las horas trabajadas y el tipo de servicio o actividades en cuestión afectaron a la cantidad o la calidad del sueño)</i>		
¿Horas en servicio y/o en espera antes del suceso?	Situación dependiente – horas de servicio y/o en espera y tipo de servicio que aseguran un nivel apropiado de alerta para el trabajo	
¿Historial de trabajo en la semana anterior?	Número de horas de servicio y/o en espera y tipo de servicio que no dan lugar a acumulación de fatiga	



PREGUNTAS	RESPUESTAS ÓPTIMAS	NOTAS DEL INVESTIGADOR
<b>HORARIOS IRREGULARES</b> <i>(Establece si los horarios eran problemáticos en relación con su efecto en la cantidad y la calidad del sueño)</i>		
¿El miembro de la tripulación trabajaba en turnos (trabajaba en las horas normales de sueño)?	No (los relojes corporales circadianos y el sueño de los trabajadores en turnos no se adaptan plenamente)	<input type="text"/>
En caso afirmativo, ¿se trataba de un turno permanente?	Sí – días	<input type="text"/>
En caso negativo, ¿era un turno rotatorio (o irregular)?	Sí – rotatorio en sentido dextrógiro, rotación lenta (un día por cada hora de retardo), turno de noche más corto, y al final del ciclo	<input type="text"/>
¿Cómo se programan las horas extraordinarias o los turnos dobles?	Se programan cuando los miembros de la tripulación se encuentran en las partes de más alerta del ciclo del reloj corporal circadiano (al final de la mañana, a mitad de la tarde)	<input type="text"/>
¿Se programan tareas críticas en cuanto a la seguridad operacional?	Se programan cuando los miembros de la tripulación se encuentran en las partes de más alerta del ciclo del reloj corporal circadiano (al final de la mañana, a mitad de la tarde)	<input type="text"/>
¿Cuenta el miembro de la tripulación con entrenamiento en estrategias personales de mitigación de la fatiga?	Sí	<input type="text"/>
<b>DESFASE HORARIO</b> <i>(Establece la existencia y el efecto del desfase horario en la cantidad y la calidad del sueño)</i>		
¿Número de zonas horarias atravesadas?	Una	<input type="text"/>
Si más de una ¿a qué velocidad se atravesaban?	Cuanto más lenta, mejor	<input type="text"/>
¿En qué sentido iba el vuelo?	Hacia el Oeste	<input type="text"/>

**Lista de verificación 2 Establecimiento del vínculo entre la fatiga  
y la(s) medida(s)/decisión(es) no segura(s)**

INDICADORES DE DESEMPEÑO	NOTAS DEL INVESTIGADOR
<b>Atención</b>	
Soslayó una tarea secuencial	
Ordenó incorrectamente una tarea secuencial	
Preocupado con tareas o elementos únicos	
Mostró falta de conocimiento o bajo desempeño	
Volvió a viejas costumbres	
Se centró en un problema menor, a pesar del riesgo de uno mayor	
No apreció la gravedad de la situación	
No anticipó el peligro	
Disminuyó la vigilancia	
No respetó las señales de aviso	
<b>Memoria</b>	
Olvidó una tarea o elementos de una tarea	
Olvidó la secuencia de tareas o los elementos de una tarea	
Recordaba de forma imprecisa eventos operacionales	
<b>Alerta</b>	
Sucumbió a un sueño incontrolable en forma de episodio de micro-sueño, siesta, o sueño prolongado	
Presentó un síndrome de comportamiento automático	
<b>Tiempo de reacción</b>	
Respondió lentamente a estímulos normales, anormales o de emergencia	
No respondió a ningún estímulo normal, anormal o de emergencia	
<b>Capacidad de resolver problemas</b>	
Actuaba con lógica deficiente	

INDICADORES DE DESEMPEÑO	NOTAS DEL INVESTIGADOR
Tenía problemas con tareas alimenticias, geométricas o de otro tipo de procesamiento cognitivo	
Aplicaba medidas correctivas inadecuadas	
No interpretó la situación de forma precisa	
Mostró una mala estimación de la distancia, la velocidad y/o el tiempo	
<b>Estado de ánimo</b>	
Hablaba menos de lo normal	
No realizaba las tareas poco exigentes	
Estuvo irritable	
Distraído por la incomodidad	
<b>Actitud</b>	
Se mostró dispuesto a tomar riesgos	
Pasó por alto verificaciones o procedimientos normales	
Mostró una actitud "no hay que preocuparse"	
<b>Efectos psicológicos</b>	
Presentó efectos en el habla	
Presentó una menor destreza manual - errores de teclado, selección de interruptor	



## **Apéndice B. Procedimientos para el descanso controlado en el puesto de pilotaje**

El descanso controlado en el puesto de pilotaje es una mitigación efectiva de la fatiga para las tripulaciones de vuelo. Debe utilizarse como herramienta de programación de horarios. No es un sustituto de un sueño adecuado previo al vuelo o del refuerzo normal de las tripulaciones, sino que pretende ser una respuesta a situaciones de fatiga no previstas durante las operaciones. Algunos principios básicos:

- Debe considerarse como una red de seguridad operacional.
- El Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga debe ser capaz de supervisar la utilización del descanso controlado en el puesto de pilotaje para evaluar si las actuales estrategias de mitigación son adecuadas. Se alienta la elaboración de los informes de la tripulación.
- Debe utilizarse únicamente en vuelos de longitud suficiente que no interfieran con las tareas operacionales exigidas.
- Debe utilizarse únicamente durante las fases del vuelo con carga de trabajo reducida (por ejemplo, durante el vuelo de crucero).
- No debe utilizarse como método para ampliar los períodos de servicio de la tripulación.
- Los procedimientos para el descanso controlado en el puesto de pilotaje deben publicarse e incorporarse al manual de operaciones.

### **Procedimientos recomendados para el descanso controlado en el puesto de pilotaje**

Los procedimientos recomendados que se indican a continuación se basan en una encuesta entre los principales transportistas. Representan una experiencia considerable en múltiples regiones del planeta e incluyen opciones que reflejan las variaciones entre los distintos tipos de operaciones.

*Nota.— No pretende ser una relación exhaustiva ni se requiere necesariamente la totalidad de estos procedimientos. Cada explotador debe trabajar con su encargado de la reglamentación para definir los procedimientos adecuados.*

#### *Planificación*

- Sólo un piloto puede disfrutar del descanso controlado en su asiento. Debe utilizarse el arnés y el asiento debe situarse de forma que reduzca al mínimo la interferencia involuntaria con los controles.
- El autopiloto y los sistemas automáticos de empuje (si están disponibles) deben estar operacionales.
- Todo sistema regular o intervención operacional que exijan una doble verificación, debe planificarse para que se produzca fuera de los períodos de descanso controlado.
- El descanso controlado en el puesto de pilotaje puede utilizarse a discreción del comandante para gestionar la fatiga imprevista y para reducir el riesgo de fatiga durante períodos de carga de trabajo elevada al final del día.
- Debe establecerse claramente quién tomará el descanso y cuándo lo tomará. Si el piloto al mando lo exige, el descanso puede concluir en todo momento.

- El piloto al mando debe definir criterios sobre cuándo su descanso debe interrumpirse.
  - Deben revisarse el traspaso de tareas y las disposiciones para despertarse.
  - Las tripulaciones de vuelo deben utilizar el descanso controlado únicamente si están familiarizadas con los procedimientos publicados.
  - Algunos explotadores hacen intervenir un tercer miembro de la tripulación (no necesariamente un piloto) a fin de supervisar el descanso controlado en el puesto de pilotaje. Ello puede incluir la planificación de una llamada para despertarse, la programación de una visita justamente después de concluir el período de descanso controlado, o la incorporación de un tercer miembro de la tripulación en el puesto de pilotaje a lo largo del descanso controlado.
  - El período del descanso controlado no debe ser superior a 40 minutos, a fin de reducir al mínimo el riesgo de inercia del sueño al despertarse.
  - El descanso controlado debe utilizarse únicamente durante el período de crucero desde el punto más alto del ascenso hasta 20 minutos antes del punto más alto planificado del descenso. Esto se hace para reducir al mínimo el riesgo de inercia del sueño.
  - Debe preverse un corto período de tiempo para la preparación del descanso. Dicho período debe incluir una exposición verbal operativa, la conclusión de las tareas en curso, y la atención a toda necesidad fisiológica de cualquiera de los miembros de la tripulación.
  - Durante el descanso controlado, el piloto que no está descansando debe realizar las tareas del piloto que vuela y del piloto que supervisa, ser capaz de controlar la aeronave en todo momento, y mantenerse al tanto de la situación. El piloto que no descansa no puede abandonar su asiento por ningún motivo, incluyendo las pausas fisiológicas.
  - Deben permitirse ayudas, tales como las máscaras oculares, los apoyos de nuca, los tapones de oído, etc., para el piloto que descansa.
-

## Apéndice C. Ejemplo de formulario de evaluación de un FRMS

<b>DEBE CUMPLIMENTARSE Y A CONTINUACIÓN SER FIRMADO POR EL GERENTE DE SEGURIDAD OPERACIONAL O EL EJECUTIVO RESPONSABLE</b>					
Organización:	<input type="text"/>	Referencia de aprobación:	<input type="text"/>		
Firma:	<input type="text"/>	Cargo:	<input type="text"/>		
Nombre:	<input type="text"/>	Fecha de la firma:	<input type="text"/>		
Revisión del manual del FRMS:	<input type="text"/>				
<b>PARA UTILIZACIÓN POR LA AUTORIDAD ÚNICAMENTE</b>					
Nombre:	<input type="text"/>				
Firma:	<input type="text"/>	Fecha de evaluación:	<input type="text"/>		
<b>0. TEMAS GENERALES Y APLICACIÓN DEL FRMS</b>					
<b>Alcance y aplicación del FRMS</b>					
La organización debe definir el alcance de la utilización del FRMS en su operación. Al establecer un FRMS debe realizarse un análisis de diferencias y un plan de implantación que aborde la forma en que la organización pasará a un FRMS efectivo y en pleno funcionamiento.					
		<b>Afirmativo<sup>1</sup></b>	<b>Referencia documentada<sup>2</sup>:</b>	<b>¿Cómo se logró?<sup>3</sup></b>	<b>Observaciones de la evaluación del inspector<sup>4</sup></b>
0.1	Respecto al sistema de gestión, ¿se han definido la estructura, las actividades y el alcance de las operaciones del FRMS?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0.2	¿Corresponde el FRMS al tamaño, la naturaleza y la complejidad de la operación y de los peligros y riesgos asociados inherentes a sus actividades?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1 Sí (S), No (N) o Parcialmente (P).

2 ¿Dónde queda documentado en su documentación?

3 Dé detalles que describan o demuestren su respuesta a la pregunta.

4 Al cumplimentar por la Autoridad durante el proceso de evaluación.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
0.3 ¿Se ha realizado un análisis de diferencias?				
0.4 ¿Hay un plan de aplicación del FRMS que refleje el análisis de diferencias?				

**1. POLÍTICA Y OBJETIVOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

**1.1 Compromiso y responsabilidad de la gestión**

La organización debe definir su política de FRMS que debe ser conforme a los requisitos internacionales y nacionales y que llevará la firma del ejecutivo responsable de la organización. Esta política debe reflejar los compromisos organizativos en relación con los riesgos asociados a la fatiga, incluyendo una declaración clara sobre la disposición de los recursos humanos y financieros necesarios para su aplicación, y debe comunicarse, con un apoyo visible en toda la organización. La política del FRMS debe incluir los procedimientos de notificación de la fatiga y el compromiso de la dirección con la mejora continua del FRMS. También debe reflejar la responsabilidad compartida para la gestión de los riesgos asociados a la fatiga con todas las partes interesadas.

La política debe revisarse periódicamente para garantizar que sigue siendo pertinente y adecuada para la organización y las operaciones a las que se aplica el FRMS.

*(Cuando el FRMS esté integrado en el SMS de la organización, estos compromisos y responsabilidades de la gestión pueden incluirse en la política de seguridad operacional del SMS. Si se hace así, debe aún ser posible dar muestra de estas responsabilidades con una referencia clara a la fatiga).*

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.1.1 ¿Hay una política escrita del FRMS que enuncie claramente los objetivos en cuanto a seguridad operacional del FRMS y que cuente con el aval del ejecutivo responsable?  ¿O hay referencias claras a la gestión de los riesgos asociados a la fatiga con la política del SMS avalada por el ejecutivo responsable?				



		Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.1.2	¿Se consultó con el personal clave en el desarrollo de la política/integración del FRMS o del FRMS en el SMS?				
1.1.3	¿Se ha comunicado efectivamente la política del FRMS por toda la organización?				
1.1.4	¿Promueve constantemente el FRMS la dirección superior y da pruebas de su compromiso con la mejora continua de éste?				
1.1.5	¿Incluye la política un compromiso: tratar de lograr el nivel máximo de seguridad operacional; cumplir todos los requisitos legales aplicables y las prácticas óptimas; disponer los recursos adecuados como responsabilidad principal de todos los sectores?				
1.1.6	¿Fomenta activamente la política del FRMS la notificación de la fatiga?				
1.1.7	¿Se basa el sistema de gestión del FRMS en la política de éste?				
1.1.8	¿Refleja la política del FRMS la responsabilidad compartida de la gestión de la fatiga con todas las partes interesadas?				
1.1.9	¿Refleja la política del FRMS la necesidad de revisión periódica?				

## 1.2 Responsabilidades

La organización identificará el responsable ejecutivo que, con independencia de otras funciones, tendrá la responsabilidad última y la obligación de rendir cuentas, en nombre de la organización, de la implantación y el mantenimiento del FRMS. La organización identificará también las responsabilidades de los riesgos asociados a la fatiga de todos los miembros de la dirección superior, con independencia de otras funciones, así como de los empleados, en relación con la performance del FRMS. Las responsabilidades, la rendición de cuentas y las autoridades se documentarán y se comunicarán por toda la organización, incluyendo la definición de los niveles de gestión con autoridad para adoptar las decisiones relativas a la tolerancia de los riesgos asociados a la fatiga.

*(Cuando el FRMS esté integrado en el SMS de la organización, estas responsabilidades pueden incluirse en la documentación del SMS. Si se hace así, debe aún ser posible dar muestra de estas responsabilidades con una referencia clara a la fatiga).*

		Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.2.1	¿Tiene el ejecutivo responsable una plena responsabilidad y obligación de rendir cuentas del FRMS y autoridad corporativa para la organización?				
1.2.2	¿Está el ejecutivo responsable al corriente de sus funciones en el FRMS y de sus responsabilidades respecto a la política del FRMS, así como de la gestión de los riesgos asociados a la fatiga en la cultura de seguridad operacional de la organización?				
1.2.3	¿Se han definido en toda la organización la obligación de rendir cuentas, las responsabilidades y la autoridad para la gestión de los riesgos asociados a la fatiga?				
1.2.4	¿Hay por toda la organización líneas claramente definidas de las responsabilidades de la gestión en cuanto a los riesgos asociados a la fatiga?				

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.2.5 ¿Está todo el personal al corriente de su obligación de rendir cuentas, autoridad y responsabilidades en relación con la fatiga, y las entiende?				

**1.3 Nombramiento de personal clave de seguridad operacional**

La organización identificará un director del FRMS que será el responsable individual y el punto central para la implantación y el mantenimiento de un FRMS efectivo. Es necesario contar con un mecanismo claro para la participación constante de todo el personal implicado mediante un grupo funcional responsable de la coordinación de las actividades del FRMS por toda la organización, el cual debe definirse y documentarse. [La referencia utilizada en este documento es el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga (FSAG)].

*(Cuando el FRMS está integrado en el SMS, el director del FRMS informa generalmente al director de seguridad operacional que tendrá una línea directa de información con el ejecutivo responsable. Cuando la organización es pequeña pero con un SMS en funcionamiento, puede no ser tan práctico tener un FSAG, sino considerar la fatiga como un punto del orden del día de las reuniones del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional).*

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.3.1 ¿Se ha nombrado un director (o equivalente) del FRMS con los conocimientos, habilidades y experiencia adecuados que se definen en los textos de orientación?				
1.3.2 ¿Hay una línea de información directa entre el director del FRMS y el ejecutivo responsable? (O, cuando está integrado en el SMS, entre el director del FRMS y el gerente de seguridad operacional).				
1.3.3 ¿Efectúa el director del FRMS las funciones que se detallan en los textos de orientación de la OACI?				

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.3.4 ¿Se ha establecido un Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga o equivalente que realice las funciones definidas en los textos de orientación?				
1.3.5 ¿Supervisa el Comité la performance y la eficacia del FRMS como se detalla en los textos de orientación?				
1.3.6 ¿Se han definido los miembros del Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga y la frecuencia de sus reuniones, habiéndose tomado acta de ellas?				

#### 1.4 Documentación del FRMS

La organización desarrollará y mantendrá la documentación del FRMS en la que se describirá la política y los objetivos del FRMS, sus procesos y procedimientos, las responsabilidades, la rendición de cuentas y las distintas autoridades para los procesos y procedimientos, así como los resultados del FRMS. La organización desarrollará y mantendrá un manual del FRMS para comunicar su enfoque a la gerencia de seguridad operacional en toda la organización o incorporará la documentación del FRMS en su actual documentación del SMS.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
1.4.1 ¿Contiene el manual de gestión del FRMS todos los elementos que se detallan en los textos de orientación?				
1.4.2 ¿Se revisa regularmente?				
1.4.3 ¿Hay un sistema para registrar los tiempos de vuelo, los de servicio y los de descanso,				

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
programados y reales, con las desviaciones y los motivos de toda desviación?				
1.4.4 ¿Hay un sistema para el registro y el almacenamiento de los resultados del FRMS, es decir, los registros de peligros, las evaluaciones de riesgos, los informes de fatiga, los casos de incidencia en la seguridad operacional, la métrica de las listas de turnos, las actas de las reuniones del FSAG?				

**2. GESTIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA FATIGA**

**2.1 identificación de los peligros**

La organización desarrollará y mantendrá un proceso formal que garantice la identificación de los peligros asociados a la fatiga. Ello incluye la investigación de los incidentes y accidentes a fin de identificar posibles peligros asociados a la fatiga. La identificación de los peligros asociados a la fatiga se basará en una combinación de métodos reactivos, proactivos y predictivos de recogida de datos.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
2.1.1 ¿Hay un proceso para establecer la forma en que se identifican los peligros asociados a la fatiga y las fuentes de que proceden?				
2.1.2 ¿Existe un esquema de notificación confidencial de la fatiga que fomente la notificación por el personal de los temas relacionados con la fatiga? (Este esquema ha de estar abierto a la información de tipo proactivo y predictivo, así como reactivo).				

		Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
2.1.3	¿Se informa de vuelta al informante y al resto de la organización?				
2.1.4	¿La identificación de los peligros asociados a la fatiga incluye los esquemas reactivo, proactivo y predictivo?				
2.1.5	¿Se han identificado y evaluado los peligros importantes asociados a la fatiga para la organización y sus actividades actuales?				
2.1.6	¿Las investigaciones sobre seguridad operacional en toda la organización incluyen los peligros asociados a la fatiga como causa posible?				
2.1.7	¿Se han abordado los peligros asociados a la fatiga identificados en las investigaciones de la fatiga y se han comunicado al resto de la organización?				
2.1.8	¿Ha informado el personal de los errores, los peligros y las cuasicolisiones asociados a la fatiga?				

**2.2 Evaluación de los riesgos para la seguridad operacional asociados a la fatiga y proceso de mitigación**

La organización desarrollará y aplicará procedimientos de evaluación de los riesgos que determinen la probabilidad y la gravedad posible de la ocurrencia de sucesos relacionados con la fatiga e identifiquen los que exigen mitigación. También desarrollará y aplicará procedimientos de mitigación de riesgos. A menudo se utiliza el Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga para evaluar los riesgos y elaborar medidas de mitigación.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
2.2.1 ¿Hay un proceso para evaluar los riesgos asociados a los peligros de la fatiga?				
2.2.2 ¿Hay un criterio (p. ej., la matriz de tolerancia de riesgos) que evalúe los riesgos y los niveles tolerables de riesgo que una organización está dispuesta a aceptar? ¿Son el criterio y los procesos adecuados para la operación?				
2.2.3 ¿Están documentadas las medidas de mitigación, incluyendo las líneas temporales y las responsabilidades?				
2.2.4 ¿Hay un proceso claro para seleccionar las medidas adecuadas de mitigación?				

**3. GARANTÍA DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL EN RELACIÓN CON LA FATIGA**

**3.1 Seguimiento y medición de la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga**

La organización elaborará y mantendrá los medios para verificar la performance de la seguridad operacional de la organización en relación con la fatiga y validará la eficacia de los controles y las medidas de mitigación asociados a la fatiga. Se verificará la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga con referencia a los indicadores y los objetivos de la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga del FRMS.

*(Cuando el FRMS esté integrado en el SMS, deben identificarse claramente los indicadores y los objetivos de la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga).*

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
3.1.1 ¿Se están verificando/auditando las medidas de mitigación y los controles de los riesgos asociados a la fatiga para confirmar su efectividad?				
3.1.2 ¿La experiencia adquirida se está incorporando en la política y los procedimientos?				
3.1.3 ¿Se han definido y promulgado los indicadores de la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga y se están siguiendo y analizando para determinar las tendencias?				
3.1.4 ¿Se ha auditado el FRMS para evaluar su efectividad y determinar si se están siguiendo la reglamentación y las normas? ¿Están documentadas estas auditorías?				
3.1.5 ¿Se están realizando encuestas sobre la fatiga?				
3.1.6 ¿Se han realizando estudios sobre la fatiga? (Si procede).				



**3.2 La gestión del cambio**

La organización desarrollará y mantendrá procesos formales para identificar los cambios de la organización y/o la operación que puedan afectar a los procesos establecidos en relación con los riesgos asociados a la fatiga. Estos procesos necesitan garantizar la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga antes de aplicar los cambios y eliminar o modificar las medidas de mitigación de los riesgos asociados a la fatiga que ya no sigan siendo necesarias o efectivas, debido a los cambios en el entorno operacional.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
3.2.1 ¿Hay un proceso documentado de gestión de los cambios para identificar progresivamente los peligros debidos a la fatiga y mitigar los riesgos asociados a la fatiga durante los cambios organizativos y operacionales?				
3.2.2 ¿Se efectúan periódicamente revisiones de la performance de la seguridad operacional en relación con la fatiga, tras los cambios organizativos u operacionales para garantizar que las hipótesis continúan siendo válidas y que los cambios fueron eficaces?				

**3.3 Mejora continua del FRMS**

La organización desarrollará y mantendrá un proceso formal para revisar la performance del FRMS, con objeto de mejorar de forma continua el sistema y determinar las repercusiones de una performance del FRMS inferior a la normal, y eliminará o mitigará dichas causas.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
3.3.1 ¿Hay un medio de supervisar la performance general del FRMS que permita lograr una mejora continua?				
3.3.2 ¿Hay un medio de eliminar y/o modificar los controles del riesgo que tengan consecuencias indeseadas o que ya no sean necesarios?				
3.3.3 ¿Hay pruebas de que se esté logrando una mejora continua?				

**4. PROMOCIÓN DEL FRMS**

**4.1 Instrucción y adiestramiento**

La organización desarrollará y mantendrá un programa de instrucción sobre sensibilización a la fatiga y sus contramedidas con el que se asegure que el personal está capacitado y es competente para realizar sus tareas relativas al FRMS y tratar los riesgos asociados a la fatiga en las operaciones reales. El alcance de la instrucción será el adecuado a la participación de cada persona en el FRMS.

	Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
4.1.1 ¿Ha recibido todo el personal instrucción sobre el FRMS de la organización y sus funciones y responsabilidades respecto a dicho FRMS, incluyendo el ejecutivo responsable, la dirección superior, los directores, los supervisores y el personal operacional?				

		Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
4.1.2	¿Es el programa de estudios de la instrucción inicial y recurrente adecuado para las operaciones del FRMS de la organización?				
4.1.3	¿Se ha medido y documentado la efectividad de la instrucción?				

**4.2 Comunicación del FRMS**

La organización desarrollará y mantendrá los medios formales para la comunicación del FRMS que garanticen que todo el personal está plenamente al corriente de dicho FRMS, transmite la información crucial en cuanto a seguridad operacional relacionada con la fatiga y explica la razón por la que se adoptan medidas particulares y por la que se introducen o modifican los procedimientos.

		Afirmativo <sup>1</sup>	Referencia documentada <sup>2</sup> :	¿Cómo se logró? <sup>3</sup>	Observaciones de la evaluación del inspector <sup>4</sup>
4.2.1	¿Llega la comunicación del FRMS a todos los niveles del personal de la organización?				
4.2.2	¿Explica claramente la comunicación del FRMS las políticas, los procedimientos y las responsabilidades? ¿Complementa y mejora la cultura en cuanto a seguridad operacional de la organización?				
4.2.3	¿Se difunde la información sobre el FRMS por canales adecuados de comunicación y se supervisa su efectividad?				