

## SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-117-SCT3-2016, Que establece las especificaciones para la Gestión de la Fatiga en la tripulación de vuelo.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SCT3-2016, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA GESTIÓN DE LA FATIGA EN LA TRIPULACIÓN DE VUELO.

YURIRIA MASCOTT PÉREZ, Subsecretaria de Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, con fundamento en los artículos 1o., párrafo primero, 2o., fracción I, 14, 16, 18, 26, 36, fracciones IV, VI, XII, XV, XXVI y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 38, fracción II, 40, fracción III, 41, 43, 47, 73 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34, 80, 81 y 82 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 6, fracción III, 17 y 38 de la Ley de Aviación Civil; 82 y 110 fracción III del Reglamento de la Ley de Aviación Civil; 1o., 2o., fracciones III y XVI, 6o., fracción XIII, 21, fracciones II, XIII y XXVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, he tenido a bien ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SCT3-2016, Que establece las especificaciones para la Gestión de la Fatiga en la Tripulación de Vuelo, aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo el día 19 de octubre de 2016.

La presente Norma Oficial Mexicana (NOM) se publica a efecto de que entre en vigor a los siguientes 60 días naturales a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Atentamente

Ciudad de México, a 28 de noviembre de 2017.- La Subsecretaria de Transporte y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, **Yuriria Mascott Pérez**.- Rúbrica.

YURIRIA MASCOTT PÉREZ, Subsecretaria de Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, con fundamento en los artículos 1o., párrafo primero, 2o., fracción I, 14, 16, 18, 26, 36, fracciones IV, VI, XII, XV, XXVI y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 38, fracción II, 40, fracción III, 41, 43, 47, 73 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34, 80, 81 y 82 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 6, fracción III, 17 y 38 de la Ley de Aviación Civil; 82 y 110 fracción III del Reglamento de la Ley de Aviación Civil; 1o., 2o., fracciones III y XVI, 6o., fracción XIII, 21, fracciones II, XIII y XXVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, he tenido a bien ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SCT3-2016, Que establece las especificaciones para la Gestión de la Fatiga en la Tripulación de Vuelo, aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo el día 19 de octubre de 2016.

La presente Norma Oficial Mexicana (NOM) se publica a efecto de que entre en vigor a los siguientes 60 días naturales a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

### **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SCT3-2016, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA GESTIÓN DE LA FATIGA EN LA TRIPULACIÓN DE VUELO**

#### **PREFACIO**

La Ley de Aviación Civil, establece las atribuciones que tiene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en materia de aviación civil, entre las cuales se encuentra la de expedir las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones administrativas.

Que en la prestación de los servicios de transporte aéreo se deben adoptar las medidas necesarias para garantizar las condiciones máximas de seguridad de la aeronave y de su operación, a fin de proteger la integridad física de los usuarios y de sus bienes, así como la de terceros. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, tiene la facultad de exigir a los Concesionarios, Permisionarios del transporte aéreo de servicio al público y a los Operadores Aéreos de aeronaves de Estado distintas de las militares; que cumplan con los requisitos establecidos a fin de mantener los niveles de seguridad señalados.

La navegación civil en el espacio aéreo sobre territorio nacional, se rige, además de lo previsto en la citada Ley, por los tratados en los que, los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Siendo el caso que México es signatario del Convenio sobre Aviación Civil Internacional celebrado en la ciudad de Chicago, Illinois, Estados Unidos de América, en 1944, en cuyo Anexo 6 Parte I, se establece que se debe implementar un Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga, que contribuya a alcanzar los objetivos del Programa Seguridad Operacional del Estado Mexicano.

Las operaciones aeronáuticas deben regularse de forma estricta y oportuna mediante Normas Oficiales Mexicanas de aplicación obligatoria, a fin de garantizar la seguridad de las aeronaves, su tripulación y la de los pasajeros.

Con la presente Norma Oficial Mexicana, se pretende:

- Enfatizar la seguridad en las operaciones aéreas a través de la gestión de la fatiga de la tripulación de vuelo.
- Beneficiar a los Concesionarios y Permisionarios del transporte aéreo de servicio al público (incluyendo la aviación general), y los Operadores Aéreos de aeronaves de Estado distintas de las militares, proveyendo de herramientas para la gestión de la fatiga.
- Reducir la presencia de eventos, incidentes o accidentes en la operación aérea.
- Generar una mayor confiabilidad en los usuarios del transporte aéreo del Estado Mexicano.

En cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el 30 de mayo de 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-117-SCT3-2013, que establece las especificaciones del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS: Fatigue Risk Management System), a efecto de que en términos de los artículos 47, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 33 de su Reglamento, los interesados presentarán comentarios a dicho Proyecto en un periodo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Una vez concluido el mencionado plazo de consulta, en cumplimiento de los artículos 47, fracciones II y III, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 33 de su Reglamento, dichos comentarios se presentaron, discutieron y respondieron por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, publicándose dicha respuesta en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de julio de 2017.

El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, de conformidad con el inciso d) de la fracción II del artículo 28, del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el cual establece que la clave de la norma debe hacer referencia al año en el que ésta se aprueba por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, tuvo a bien aprobar la actualización de la clave o código de la Norma Oficial Mexicana que nos ocupa, en los términos siguientes: NOM-117-SCT3-2016.

En tal virtud y por lo establecido en el artículo 47, fracción IV, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la presente: Norma Oficial Mexicana NOM-117-SCT3-2016, "Que establece las especificaciones para la Gestión de la Fatiga en la Tripulación de Vuelo".

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

Dirección General de Aeronáutica Civil.

Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano.

Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE.

CÁMARA NACIONAL DE AEROTRANSPORTES.

COLEGIO DE INGENIEROS MEXICANOS EN AERONÁUTICA, A.C.

COLEGIO DE PILOTOS AVIADORES DE MÉXICO, A.C.

FEDERACIÓN MEXICANA DE PILOTOS Y PROPIETARIOS DE AERONAVES, A.C.

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS AERONÁUTICOS

AEROENLACES NACIONALES, S.A. DE C.V.

AEROPERSONAL S.A. DE C.V.

AEROTRANSPORTES MAS DE CARGA, S.A. DE C.V.

AEROVÍAS DE MÉXICO S.A. DE C.V.

CONCESIONARIA VUELA COMPAÑÍA DE AVIACIÓN, S.A.P.I. DE C.V.

TRANSPORTES AEROMAR S.A. DE C.V.

ABC AEROLÍNEAS S.A. DE C.V.

MCS AEROCARGA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.  
 AEROTRANSPORTE DE CARGA UNIÓN, S.A. DE C.V.  
 SERVICIOS AÉREOS REGIOMONTANOS, S.A.  
 AVEMEX, S.A. DE C.V.

**ÍNDICE**

1. Objetivo y campo de aplicación.
2. Referencias.
3. Definiciones y abreviaturas.
4. Disposiciones generales.
5. Gestión de la Fatiga.
6. Requerimientos del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS).
7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.
8. Bibliografía.
9. Observancia de esta norma.
10. De la evaluación de la conformidad.
11. Vigencia.

**Apéndice “A” Normativo:** Orientación para la elaboración de limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga.

**Apéndice “B” Normativo:** Enfoque de Implementación por fases del FRMS.

**Apéndice “C” Normativo:** Contenido del Manual del Sistema de Riesgos asociados a la Fatiga.

**Apéndice “D” Informativo:** Ciencia de la Fatiga.

**1. Objetivo y campo de aplicación**

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana (NOM) es establecer la Gestión de la Fatiga, basando su desarrollo en principios y conocimientos científicos, con el propósito de garantizar que la tripulación de vuelo esté suficientemente alerta como para trabajar a un nivel satisfactorio de desempeño y seguridad operacional.

La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para todos los Concesionarios, Permisionarios del transporte aéreo de servicio al público u Operadores Aéreos de aeronaves de Estado distintas de las militares, con aeronaves de ala fija que tengan un peso máximo certificado de despegue de más de 5,700 kg o aeronaves de ala rotativa que tengan un peso máximo certificado de despegue de más de 3,180 kg; que en lo sucesivo y para efectos de esta Norma Oficial Mexicana serán llamados como “proveedor de servicio”.

**2. Referencias**

**2.1.** Para la elaboración de la Gestión de la Fatiga se requiere consultar las siguientes Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas:

LEY FEDERAL DEL TRABAJO	Artículos 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230 y 231.
REGLAMENTO DE LA LEY DE AVIACIÓN CIVIL	Artículo 82.
NOM-002-SCT3-2012, o la que la sustituya.	Que establece el contenido del Manual General de Operaciones.
NOM-064-SCT3-2012, o la que la sustituya.	Que establece las especificaciones del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS: Safety Management System).

### 3. Definiciones y abreviaturas

Para los efectos de la presente Norma Oficial Mexicana, se consideran las siguientes definiciones y abreviaturas:

**3.1. Accidente:** Todo suceso por el que se cause la muerte o lesiones graves a personas relacionadas con la operación de una aeronave o bien, se ocasionen daños o roturas estructurales a la aeronave, o por el que la aeronave desaparezca o se encuentre en un lugar inaccesible.

**3.2. Aeronave:** Cualquier vehículo capaz de transitar con autonomía en el espacio aéreo con personas, carga o correo a bordo.

**3.3. Autoridad Aeronáutica:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

**3.4. Base de operaciones:** El lugar designado por el proveedor de servicio al miembro de la tripulación desde el cual ese miembro normalmente inicia y termina un periodo de servicio o una serie de periodos de servicio.

**3.5. Causa(s):** Acción(es), omisión(es), acontecimiento(s), condición(es) o una combinación de estos factores que determinen el accidente o incidente. La identificación de la(s) causa(s) no implica la asignación de culpa ni determinación de responsabilidad administrativa, civil o penal.

**3.6. Concesionario:** Sociedad mercantil constituida conforme a las leyes mexicanas, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas registradas y a los horarios autorizados por la Secretaría; o una concesión para la explotación, administración, operación y en su caso construcción de aeropuertos.

**3.7. Consecuencia:** El posible resultado de un peligro.

**3.8. Ejecutivo Responsable:** Es aquella persona identificable y que, independiente de otras funciones, tiene la responsabilidad de la puesta en práctica y del mantenimiento del FRMS, dentro de la organización.

**3.9. Evento:** Condición que ha sido detectada dentro del entorno operacional, en donde se sobrepasan los límites preestablecidos por el proveedor de servicio, en su Manual SMS/FRMS, misma que requiere de un análisis.

**3.10. 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 periodos prolongados de vigilia, fase circadiana, o volumen de trabajo (actividad mental y 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.

**3.11. 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.

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

**3.13. FRM:** Fatigue Risk Management (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.

**3.14. FRMS:** Fatigue Risk Management System (Sistema de gestión de riesgo asociado a la Fatiga).

**3.15. Garantía de la Seguridad Operacional:** Son los medios o acciones que los poseedores de un SMS/FRMS llevan a cabo para monitorear y medir el desempeño de la seguridad operacional.

**3.16. Gestión de la Fatiga:** Es el control satisfactorio de la fatiga basándose en principios y conocimientos científicos con el propósito de que la tripulación de vuelo se desempeñe con un nivel de alerta adecuado.

**3.17. Gestión del Riesgo (Administración del Riesgo):** La identificación, análisis y eliminación, o mitigación de los riesgos a un nivel aceptable, mismos que amenazan las capacidades de una organización.

**3.18. Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga:** 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.

**3.19. Jornada de trabajo:** Tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.

**Nota 1:** “Jornada de trabajo”, como aquí se define, es sinónimo de “itinerario”, “servicio horario”, “pauta de servicios” y “turnos de servicio”.

**3.20. Incidente:** Todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser un accidente que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

**3.21. Investigación:** Proceso que se lleva a cabo con el propósito de prevenir los accidentes y que comprende la reunión y el análisis de información, la obtención de conclusiones, incluida la determinación de las causas y factores contribuyentes y, cuando proceda, la formulación de recomendaciones sobre seguridad operacional.

**3.22. Limitaciones prescriptivas:** Tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y periodos de descanso, para el caso de la presente Norma Oficial Mexicana, deben ser los establecidos en los artículos 221 al 231 de la Ley Federal del Trabajo, el Artículo 82 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

**3.23. Manual SMS:** Documento en el cual se establecen todos los aspectos a implantar del sistema de gestión de seguridad operacional de la organización, incluyendo, políticas, objetivos, procedimientos y responsabilidades en materia de seguridad operacional.

**3.24. Miembro de la tripulación:** Persona a quien el proveedor de servicio asigna obligaciones que ha de cumplir a bordo, durante el periodo de servicio de vuelo.

**3.25. Mitigación:** Acciones o medidas que disminuyen o eliminan el peligro potencial o que reducen la probabilidad o gravedad del riesgo.

**3.26. 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 facultativa para la predicción de los peligros asociados a la fatiga.

**3.27. Nivel de alerta/Estado de alerta (adecuado):** Hace referencia al estado mental en el que el individuo se encuentra dispuesto a responder ante una posible aferencia sensorial externa o interna. Es importante distinguir entre alerta tónica y alerta fásica. La primera hace referencia a un estado involuntario, no consiente y que va a sufrir fluctuaciones a lo largo del día: mejor por la mañana que al medio día y por la tarde. Es decir, va perdiendo capacidad conforme avanza la jornada. La alerta fásica, por el contrario, se caracteriza por una disposición brusca, activa y global ante un estímulo novedoso.

**3.28. Nivel Aceptable de Seguridad Operacional:** Referencia con la cual se puede medir el desempeño en materia de seguridad operacional, expresado en términos de indicadores y metas de desempeño de seguridad operacional.

**3.29. OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**3.30. Operador aéreo:** El propietario o poseedor de una aeronave de Estado, de las comprendidas en el artículo 5 fracción II inciso a) de la Ley de Aviación Civil, así como de transporte aéreo privado no comercial, mexicano o extranjero.

**3.31. Periodos de actividad:** Se incluyen los periodos de servicio de vuelo y periodo de servicio.

**3.32. Periodo de descanso:** Periodo continuo y determinado de tiempo que sigue o precede al servicio, durante el cual los miembros de la tripulación de vuelo están libres de todo servicio.

**3.33. Periodo de servicio:** Periodo que se inicia cuando el proveedor de servicio exige que un miembro de la tripulación de vuelo se presente o comience un servicio y que termina cuando la persona queda libre de todo servicio.

**3.34. Permisionario:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjera, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso para la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular o privado comercial; asimismo, es la persona moral o física a la que la Secretaría otorga un permiso para la administración, operación, explotación y, en su caso, construcción de aeródromos civiles distintos a los aeropuertos; persona moral o física, mexicana o extranjera, o para el establecimiento de talleres aeronáuticos y centros de capacitación y adiestramiento.

**3.35. Peligro:** Condición, objeto o actividad que podría causar lesiones al personal, daños al equipamiento o estructuras, pérdida de material, o reducción de la habilidad para desempeñar una función determinada, misma que puede amenazar la seguridad operacional.

**3.36. Polisomnografía:** Método que ofrece información fiable sobre la estructura interna del sueño y la calidad de éste.

**3.37. Método Predictivo:** Identifica los peligros asociados a la fatiga mediante el examen del horario de la tripulación y la consideración de factores que comúnmente repercuten en el sueño y la fatiga y que afectan al desempeño.

**3.38. Método Proactivo:** Identifica los peligros asociados a la fatiga en el contexto de las operaciones de vuelo en curso.

**3.39. Método Reactivo:** Identifica 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.

**3.40. Proveedor de Servicio:** Los Concesionarios y Permisarios del transporte aéreo de servicio al público y los Operadores Aéreos de aeronaves de Estado distintas de las militares con aeronaves que tengan un peso máximo certificado de despegue de más de 5,700 Kg o equipados con uno o más motores de turbina.

**3.41. Probabilidad:** La posibilidad de que un evento o condición insegura pueda ocurrir.

**3.42. Riesgo:** La evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de probabilidad y gravedad, tomando como referencia la peor condición previsible.

**3.43. Ritmo Circadiano:** Los ritmos circadianos constituyen el reloj biológico humano que regula las funciones fisiológicas del organismo para que sigan un ciclo regular que se repite cada 24 horas, y que coincide con los estados de sueño y vigilia.

**3.44. Secretaría:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**3.45. Seguridad Operacional:** Es el estado en que el riesgo de lesiones a las personas o daños a los bienes, se reduce y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos.

**3.46. Servicio:** Cualquier tarea que el proveedor de servicio exige realizar a los miembros de la tripulación de vuelo, 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.

**Nota 2:** El servicio comprende todas las tareas desempeñadas a solicitud del proveedor de servicio. Éstas pueden incluir, de manera enunciativa pero no limitativa: la preparación previa al vuelo; la realización del vuelo (sea o no de transporte aéreo comercial); las medidas después del vuelo; la instrucción impartida o recibida (aula, simulador de vuelo o avión); horario de oficina/tiempo de administración; y viaje para incorporarse al puesto. Los tiempos de espera de las tripulaciones, deben incluirse en la medida en que pueda producir fatiga.

**3.47. Servicio de espera/reserva:** Periodo de tiempo definido en el aeropuerto, en el hotel, en casa o de acuerdo al Manual General de Operaciones del proveedor de servicios, en el que el explotador requiere a un miembro de la tripulación de vuelo que esté disponible para recibir una asignación de un servicio específico sin periodo de descanso intermedio.

**3.48. Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS: Fatigue Risk Management System):** 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.

**3.49. Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS: Safety Management System):** Es un enfoque sistemático para la gestión de seguridad operacional, que incluye una estructura organizacional, líneas de responsabilidad, políticas y procedimientos necesarios para tal fin.

**3.50. SMS:** Safety Management System (Sistema de Gestión de Seguridad Operacional).

**3.51. Tiempo de vuelo:** Tiempo total transcurrido desde que la aeronave inicia el despegue, hasta finalizar el aterrizaje o acuatizaje.

**3.52. Tiempo efectivo de vuelo (Calzo a calzo)- aviones:** Por tiempo efectivo de vuelo se entiende el comprendido desde que una aeronave comienza a moverse por su propio impulso, o es remolcada para tomar posición de despegue, hasta que se detiene al terminar el vuelo.

**3.53. Tiempo efectivo de vuelo—helicópteros:** Tiempo total transcurrido desde que las palas del rotor comienzan a girar, hasta que el helicóptero se detiene completamente al finalizar el vuelo y se paran las palas del rotor.

**3.54. Tripulación de vuelo:** Miembro de la tripulación, titular de la correspondiente licencia, a quien se asignan obligaciones esenciales para la operación de una aeronave durante el periodo de servicio de vuelo.

**3.55. Viaje para incorporarse al puesto:** La transferencia de un miembro de la tripulación que no está en funciones desde un lugar a otro, como pasajero, a solicitud del proveedor de servicio.

**Nota 3:** "Viaje para incorporarse al puesto", como aquí se define, es sinónimo de "traslado".

**3.56. WOCL:** Mínimo de la ventana circadiana (Window of Circadian Low).

**4. Disposiciones Generales**

**4.1.** Todo proveedor de servicio que opere o pretenda iniciar operaciones de acuerdo a la Ley de Aviación Civil y su Reglamento debe cumplir con lo prescrito en la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.2.** El proveedor de servicio debe estar familiarizado en lo referente a la Gestión de la Fatiga, para asegurar un total conocimiento de los efectos de la fatiga sobre la seguridad del vuelo, que incluya:

- a) La información en las áreas de la ciencia de la fatiga, de conformidad con el Apéndice "D" Informativo: Ciencia de la Fatiga, de la presente Norma Oficial Mexicana;
- b) Las limitaciones prescriptivas, de conformidad con el Apéndice "A" Normativo: Orientación para la elaboración de limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga, de la presente Norma Oficial Mexicana; y
- c) El Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS), de conformidad al numeral 6 y Apéndice "B" Normativo: Enfoque de implementación por fases del FRMS, de la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.3.** El proveedor de servicio debe implementar y mantener dentro de sus organizaciones la Gestión de la Fatiga, esto lo pueden hacer seleccionando uno de los métodos especificados en los numerales 5.1 o 5.2 o 5.3, lo anterior de acuerdo al tamaño o dimensión, naturaleza y complejidad de su(s) operación(es) y por el tipo de actividad(es) aérea(s) que lleve(n) a cabo; con el objetivo de asegurar que la tripulación de vuelo esté desempeñándose con un nivel de alerta adecuado.

**Nota 4:** La aplicación de los numerales por parte del proveedor de servicios se recomienda de conformidad con la siguiente tabla:

Numeral	Opción de cumplimiento	Dirigido al Proveedor de Servicio que:
5.1	Limitaciones Prescriptivas, para la totalidad de sus operaciones	Sólo realiza operaciones nacionales, que no traspasa más de dos husos horarios en sus operaciones y/o tiene operaciones diurnas.
5.2	FRMS, para la totalidad de sus operaciones	Realiza la mayor parte de sus operaciones a destinos internacionales, traspasando más de dos husos horarios en sus operaciones y/o tiene vuelos nocturnos frecuentes.
5.3	Limitaciones prescriptivas y FRMS, para parte de sus operaciones.	Realiza ambos tipos de las operaciones de manera proporcional, es decir, puede aplicar el FRMS para una parte de sus operaciones (a destinos internacionales, traspasar más de dos husos horarios en sus operaciones y/o tiene vuelos nocturnos frecuentes) y para las restantes puede utilizar las limitaciones prescriptivas.

**4.4.** El proveedor de servicio debe mantener registros de tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y periodos de descanso para la tripulación de vuelo, durante un periodo de un año, independientemente del método utilizado para la Gestión de la Fatiga.

**4.5.** La Autoridad Aeronáutica proporcionará al proveedor de servicios, una "Aprobación de las variantes de las limitaciones prescriptivas", de conformidad con el numeral 5.1.1. de la presente Norma Oficial Mexicana; con base en la evaluación de los riesgos obtenidos por el proveedor de servicios al desarrollar su Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS), establecido en el numeral 5.2. de la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.6.** Con fundamento en el artículo 82 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil. la Autoridad Aeronáutica, "podrá autorizar variaciones a los límites de horas" teniendo entre otros requisitos la "Aprobación de las variantes de las limitaciones prescriptivas" establecida en la presente Norma Oficial Mexicana.

## 5. Gestión de la Fatiga

**5.1.** Si el proveedor de servicio decide establecer su Gestión de la Fatiga, mediante la elaboración de “limitaciones prescriptivas”, éste debe realizar lo siguiente:

**5.1.1.** Establecer las limitaciones prescriptivas, es decir, prescribir los límites máximos de vuelos diarios, mensuales, anuales y de horas de trabajo, así como exigir descansos mínimos en los periodos de actividad y entre éstos. Para ello, el proveedor de servicio debe tomar en consideración la siguiente tabla que se encuentra conforme a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo, en el Reglamento de la Ley de Aviación Civil y el Apéndice “A” Normativo: Orientación para la elaboración de limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga, de la presente Norma Oficial Mexicana, siendo aplicado.

Concepto	Limitación
Tiempo efectivo de vuelo	<p>&lt;90 hrs mensuales</p> <p>&lt;8 hrs diarias en jornada diurna</p> <p>&lt;7 hrs diarias en jornada nocturnas</p> <p>&lt;7.5 hrs diarias en jornada mixta</p> <p>&lt;30 hrs durante 7 días consecutivos</p> <p>&lt;1000 hrs de forma anual</p>
Periodo de servicio	<180 hrs. Mensuales

**5.1.2.** Incluir en su(s) Manual(es) General(es) de Operación(es) las limitaciones prescriptivas (tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y periodos de descanso) de la tripulación de vuelo, así como la información y la política relativa de cómo se llevará a cabo la gestión de la fatiga.

**5.2.** Si el proveedor de servicio decide establecer su Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRM), mediante la implementación de un Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS) para la totalidad de sus operaciones, o únicamente para una parte de éstas (de conformidad al numeral 5.3 de la presente Norma Oficial Mexicana), debe incluir como mínimo lo siguiente:

**5.2.1.** Establecer las limitaciones prescriptivas descritas en el numeral 5.1.1.

**5.2.2.** Establecer en su(s) Manual(es) General(es) de Operación(es) las limitaciones prescriptivas (tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y periodos de descanso) de la tripulación de vuelo, así como la información y la política relativa de cómo se llevará a cabo la gestión de la fatiga.

**5.2.3.** Desarrollar e implantar el FRMS, de conformidad al numeral 6 y Apéndice “B” Normativo de la presente Norma Oficial Mexicana, para gestionar los riesgos de seguridad operacional relacionados con la fatiga, considerando lo siguiente:

- a) La incorporación de principios y conocimientos científicos en el FRMS.
- b) La identificación constante de los peligros de seguridad operacional asociados 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.
- e) Facilitar el mejoramiento continuo de la actuación global del FRMS.

**Nota 5:** El proveedor de servicio puede gestionar los riesgos de la fatiga (FRM) mediante sus métodos incorporados en su Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) siempre y cuando el proveedor de servicio ya tenga su SMS autorizado.

**5.2.4.** Elaborar un Manual de FRMS o incorporar los procesos FRM al Manual SMS, siempre y cuando el proveedor de servicios tenga su SMS aprobado, en el cual establezca todo el contenido referente a este Sistema, de conformidad al numeral 5.2.3 de la presente Norma Oficial Mexicana.

**5.2.5.** Cubrir dentro de su programa de capacitación el tema relacionado al riesgo que genera la fatiga en las operaciones aéreas, debido a que ésta es fundamental para mitigar el riesgo asociado a la fatiga, para asegurar que la tripulación de vuelo y los proveedores de servicio, entiendan y posean conocimiento de los efectos de la fatiga sobre la seguridad del vuelo.

**5.2.5.1.** La capacitación del FRMS debe ser impartida al personal directamente relacionado con la operación de vuelo establecidos a continuación:

- a) Tripulación de vuelo,
- b) Grupo de acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

**5.2.5.2.** Para cumplir con los requerimientos establecidos en los numerales 0 y 0, el proveedor de servicio debe elaborar y desarrollar un programa de capacitación del FRMS, que incluya la instrucción e información en las áreas de la ciencia de la fatiga, los efectos de la fatiga en las tripulaciones, así como las contramedidas para estos efectos.

**5.2.5.3.** El proveedor de servicio debe elaborar un programa de capacitación del FRMS que contenga los siguientes temas, siendo éstos enunciativos pero no limitativos:

- a) Términos básicos relacionados a la fatiga, tales como: fundamentos básicos del sueño, los ciclos circadianos, signos y síntomas de la fatiga.
- b) Los causales de la fatiga.
- c) Tiempo efectivo de vuelo, periodo de servicio y esquemas de descanso, incluyendo limitaciones.
- d) Efectos de la fatiga en el desempeño del personal relacionado.
- e) Responsabilidades de los administradores y del personal involucrado en la mitigación y administración de los efectos de la fatiga.
- f) Política, procedimientos y métodos para efectuar los reportes de fatiga.
- g) Procedimientos y políticas para la mitigación de la fatiga.
- h) Sólo si aplica, los efectos de la operación a través de zonas múltiples horarias.
- i) Medidas contra la fatiga, prevención y mitigación.
- j) La influencia del estilo de vida, incluyendo la nutrición, el ejercicio y la vida familiar en la fatiga.
- k) Familiarización con los desórdenes del sueño.
- l) Los efectos de la fatiga como resultado de las demoras por causas fuera de control del proveedor de servicio.
- m) La responsabilidad de las tripulaciones de vuelo, así como del personal involucrado para garantizar el descanso y la condición física adecuada para el servicio.

**5.2.5.4.** La capacitación del FRM/FRMS debe ser inicial y recurrente, de acuerdo al programa establecido por el proveedor de servicios, sin exceder una periodicidad de 24 meses entre los cursos de capacitación, para concientizar y reforzar su importancia.

**5.2.5.5.** El programa de capacitación del FRMS debe ser revisado y actualizado por el proveedor de servicio cuando existan nuevos métodos, cambios considerables en el sistema o actualización de los conocimientos en Gestión de la Fatiga para garantizar que cumpla con el fin establecido.

**5.3.** El proveedor de servicio puede darle cumplimiento a la presente Norma Oficial Mexicana, a través de la implementación de un FRMS, que se ajuste al numeral 5.2 para parte de sus operaciones y a los requisitos establecidos en el numeral 5.1 para el resto de sus operaciones.

## **6. Requerimientos del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS)**

El FRMS establecido de conformidad con el numeral 5.2 debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

### **6.1. Política.**

**6.1.1.** Para definir su política en materia del FRMS, el proveedor de servicio a través de un desarrollo claro y específico debe integrar todos sus elementos, de conformidad al numeral 6.1.3. Si la política del FRMS se integra a la política del SMS, ésta debe:

- a) Definir claramente todos los elementos del FRMS, y
- b) Distinguir la política del FRMS respecto a la política general del SMS para poder realizar revisiones separadas.

**6.1.2.** La política requiere que en el Manual General de Operaciones (MGO) se defina claramente el alcance de las operaciones con FRMS.

**6.1.3. Elementos que deben integrar la política del FRMS:**

- a) Reflejar la responsabilidad compartida de la administración, la tripulación de vuelo y otros miembros del personal que participen,
- b) Establecer claramente los objetivos de seguridad operacional del FRMS,
- c) Llevar la firma del ejecutivo responsable de la organización,
- d) Comunicar, a través de un medio visible, a todos los sectores y niveles pertinentes de la organización,
- e) Declarar el compromiso de la administración respecto de la notificación efectiva en materia de seguridad operacional,
- f) Declarar el compromiso de la administración respecto de la provisión de recursos adecuados para el FRMS,
- g) Declarar el compromiso de la administración respecto a la mejora continua del FRMS,
- h) Especificar claramente las líneas jerárquicas para la rendición de cuentas, entre la administración, la tripulación de vuelo y otros miembros del personal que participen, y por último
- i) Requerir revisiones periódicas para garantizar que mantiene su pertinencia e idoneidad.

**6.2. Documentación.**

**6.2.1.** El proveedor de servicio debe elaborar y mantener actualizada la documentación relativa al FRMS, en la que se describa y registre lo siguiente:

- a) Política y objetivos del FRMS.
- b) Métodos y procedimientos del FRMS.
- c) Rendición de cuentas, responsabilidades y autoridades respecto de los métodos y procedimientos.
- d) Mecanismos para contar con la participación permanente de la administración, la tripulación de vuelo y otros miembros del personal que intervienen.
- e) Programas de instrucción en FRMS, necesidades de capacitación y registros de asistencia, considerando lo establecido en el numeral 5.2.5.3.
- f) Tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y periodos de descanso programados y reales, con desviaciones significativas y motivos por los que se anotaron las desviaciones, y
- g) La información elaborada por el FRMS incluyendo conclusiones a partir de datos recopilados, recomendaciones y medidas adoptadas.

**6.3. Métodos de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga.** El proveedor de servicio debe establecer y mantener tres métodos fundamentales y documentados para identificar los peligros asociados a la fatiga:

**6.3.1. Identificación de los peligros.**

**6.3.1.1. Método predictivo.** Los métodos de análisis deben incluir, sin carácter exclusivo, lo siguiente:

- a) Experiencia operacional del proveedor de servicio y/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 u otros métodos de análisis.

**6.3.1.2. Método proactivo.** Los métodos de análisis deben incluir, sin carácter exclusivo, lo siguiente:

- a) Notificación, por el individuo, de los peligros asociados a la fatiga.
- b) Estudios sobre fatiga de la tripulación.
- c) Datos pertinentes sobre el desempeño de los miembros de la tripulación 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.

**6.3.1.3. Método reactivo.** Este método debe identificar los peligros asociados a la fatiga derivados de reportes y eventos con potenciales consecuencias negativas a la seguridad operacional, para determinar como el impacto de la fatiga podrá ser minimizado. Este proceso puede activarse a partir de cualquiera de los motivos que se indican a continuación:

- a) Reportes de fatiga.
- b) Reportes confidenciales.
- c) Reportes de auditoría.
- d) Incidentes.
- e) Accidentes.
- f) Eventos relacionados con el análisis de los datos de vuelo.

**6.3.2. Evaluación de los riesgos.**

**6.3.2.1.** El proveedor de servicio debe elaborar e implementar los procedimientos de evaluación de riesgos, que permitan determinar la probabilidad y posible gravedad de los sucesos relativos a la fatiga e identificar los casos en que se requiere mitigar los riesgos relacionados.

**6.3.2.2.** Los procedimientos de evaluación de riesgos, deben analizar los peligros detectados y vincularlos a:

- a) Su probabilidad.
- b) Las posibles consecuencias, y
- c) La eficacia de las barreras y controles de seguridad operacional existentes.

**6.3.3. Mitigación de los riesgos.**

**6.3.3.1.** El proveedor de servicio debe elaborar e implantar procedimientos de mitigación de los riesgos que permitan:

- a) Seleccionar estrategias de mitigación apropiadas.
- b) Implementar estrategias de mitigación, y
- c) Controlar la aplicación y eficacia de las estrategias.

**6.4. Métodos de garantía de la seguridad operacional.**

**6.4.1.** El proveedor de servicio debe elaborar y mantener métodos 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 deben incluir lo siguiente:
  - i. Notificación e investigación de los peligros al Grupo de Acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.
  - ii. Auditorías y estudios, y
  - iii. Exámenes y estudios sobre fatiga;
- b) Contar con un método formal para la gestión del cambio operacional y organizativo en el que debe de incluir, entre otras cosas, lo siguiente:
  - i. Identificación de los cambios en el entorno operacional que puedan afectar al FRMS.
  - ii. Identificación de los cambios dentro de la organización que puedan afectar al FRMS, y
  - iii. Consideración de las herramientas de gestión disponibles, que deben utilizarse para mantener o mejorar la actuación del FRMS antes de introducir cambios, y
- c) Facilitar el mejoramiento continuo del FRMS, lo cual debe incluir, entre otras cosas:
  - i. La eliminación 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.
  - ii. Evaluaciones ordinarias de las instalaciones, equipo, documentación y procedimientos, y
  - iii. La determinación de la necesidad de introducir nuevos métodos y procedimientos para mitigar los riesgos emergentes relacionados con la fatiga.

## 6.5. Métodos de promoción.

6.5.1. Los métodos 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 proveedor de servicio debe establecer y aplicar 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, la tripulación de vuelo y todo otro miembro del personal que participe en el marco del FRMS previsto; y
- b) Un plan de comunicación FRMS eficaz que:
  - i. Explique los criterios, procedimientos, y responsabilidades de todos los que participan, y
  - ii. Describa las vías de comunicación empleadas para recopilar y divulgar la información relacionada con el FRMS. Éstas pueden ser: a través de medios electrónicos (páginas web, foros en línea, correo electrónico), hojas informativas, boletines, seminarios y campañas periódicas de carteles en lugares estratégicos.

## 6.6. Grupo de Acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga.

6.6.1. Para cumplir con estos requisitos, el proveedor de servicio debe crear un grupo funcional que se encargue de coordinar las actividades de gestión de la fatiga en la organización, el cual será denominado "Grupo de Acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga". Las funciones principales de dicho grupo deben ser:

- a) Desarrollar y mantener la documentación del FRMS;
- b) Gestionar los métodos de FRM;
- c) Contribuir a los métodos de garantía de la seguridad operacional del FRMS, y
- d) Responsabilizarse de los métodos de promoción del FRMS.

6.6.2. Con el fin de garantizar que la gestión centrada en los riesgos asociados a la fatiga no dé 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 debe observar y vigilar todas las funciones que se exigen a un FRMS.

6.6.3. 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 de vuelo 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.

## 7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

7.1. La presente Norma Oficial Mexicana concuerda en forma equivalente con los anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional siguientes: Anexo 6, Parte I, Capítulo 4, numeral 4.10, Apéndice 2 numeral 2.1.2 letras a y b, Apéndice 8 y Adjunto A; Anexo 6, Parte II, Sección 2, capítulo 2.2, numeral 2.2.5.2 letra a; Sección 3, capítulo 3.4, numeral 3.4.2.8; Anexo 6, Parte III, Sección II, capítulo 7 numeral 7.6; Sección III, capítulo 2, numeral 2.14 y Adjunto B.

7.2. No existen normas o lineamientos internacionales ni normas o regulaciones técnicas extranjeras que hayan servido de base para su elaboración.

## 8. Bibliografía

8.1. Organización de Aviación Civil Internacional, Documento 7300-Convenio sobre Aviación Civil Internacional [en línea], 1944, Chicago, Estados Unidos de América, Novena Edición-2006, Disponible en Internet: <http://www.icao.int>.

8.2. Organización de Aviación Civil Internacional, Documento 9966-Manual de sistemas de gestión de riesgos asociados a la fatiga [en línea], Primera Edición-2012, Disponible en Internet: <http://www.icao.int>.

8.3. Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 6, Parte I, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, 10 de diciembre de 1948, Chicago, Estados Unidos de América, Enmienda 37-A, Novena Edición-Julio 2010, Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

**8.4.** Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 6, Parte II, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, 2 de diciembre de 1968, Chicago, Estados Unidos de América, Enmienda 32-A, Séptima Edición-Julio 2008, Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

**8.5.** Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 6, Parte III, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, 1979, Chicago, Estados Unidos de América, Enmienda 18-A, Séptima Edición-Julio 2010, Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

**8.6.** Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 8, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, 1 de marzo de 1949, Chicago, Estados Unidos de América, Enmienda 104, Undécima Edición-Julio 2010, Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

**8.7.** Federal Aviation Administration AC 117-2 Fatigue Education and Awareness Training Program Date on October 11, 2012.

## **9. Observancia de esta norma**

**9.1.** La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana le corresponde a la Autoridad Aeronáutica.

## **10. De la evaluación de la conformidad**

**10.1.** Es facultad de la Autoridad Aeronáutica verificar el cumplimiento de las disposiciones administrativo normativas, tanto nacionales como internacionales, que garanticen la seguridad operacional de las aeronaves civiles, así como también es su facultad verificar que se cumplan las especificaciones y procedimientos técnicos de la presente Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones que debe tener la Gestión de la Fatiga y que impactan a la seguridad operacional. La evaluación de la conformidad no puede ser realizada por personas distintas a la Autoridad Aeronáutica.

**10.2.** La Autoridad Aeronáutica, puede recomendar al proveedor de servicio modificar las propuestas presentadas por éste, para la forma en que llevará a cabo la Gestión de la Fatiga, en caso de que ésta no se encuentre acorde al tamaño o dimensión de la organización, la naturaleza o complejidad de las operaciones o actividades aéreas que realicen.

**10.3.** Serán sujetos de evaluación de la conformidad el proveedor de servicio, mediante la inspección y verificación de la implementación y/o del funcionamiento de la Gestión de la Fatiga a que se refiere la presente Norma Oficial Mexicana.

**10.4.** Cuando el proveedor solicite la formulación de la evaluación de la conformidad, de acuerdo a los numerales 5.1, 5.2. o 5.3. de la presente Norma Oficial Mexicana, debe presentar físicamente o mediante vía electrónica, ante la Autoridad Aeronáutica una solicitud por escrito precisando lo siguiente:

- a) Lugar y fecha de emisión del escrito;
- b) Nombre, denominación o razón social de quién o quiénes promuevan la evaluación de la conformidad, en su caso el representante legal;
- c) Dirigido a la Dirección General de Aeronáutica Civil.
- d) Un apartado donde se solicite la Aprobación de la “Gestión de la Fatiga” por parte del Proveedor de servicio para ser sujeto de la evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana, a través de cualquiera de los siguientes métodos de aprobación:
  - i. “Limitaciones prescriptivas”, en cumplimiento con el numeral 5.1. de la presente Norma Oficial Mexicana;
  - ii. “La implementación del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS)”, en cumplimiento con el numeral 5.2. de la presente Norma Oficial Mexicana;
  - iii. “La implementación de un FRMS, que se ajuste con el numeral 5.2 para parte de sus operaciones y con las limitaciones prescriptivas, que se ajuste con el numeral 5.1 para el resto de sus operaciones”, en cumplimiento con el numeral 5.3. de la presente Norma Oficial Mexicana.
- e) Los hechos o razones que dan motivo a la petición;
- f) Domicilio para recibir notificaciones;
- g) Nombre de la persona o personas facultadas para recibir notificaciones;
- h) Firma del interesado o su representante legal, a menos que no sepa o no pueda firmar, caso en el cual, se debe imprimir su huella digital.

Fundamento jurídico: 15 y 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

**10.5.** Con el mencionado escrito, de conformidad al numeral 10.4. de la presente Norma Oficial Mexicana, el Proveedor de servicio debe presentar para la “Gestión de la Fatiga” en la modalidad de:

- a) “Limitaciones Prescriptivas”; la enmienda correspondiente al Manual General de Operaciones (MGO) para su revisión y autorización.
- b) “Implementación del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS)”; el plan de implementación del FRMS y las revisiones a los siguientes manuales, para su correspondiente autorización:
  - i. Manual General de Operaciones (MGO) y:
  - ii. Manual de FRMS (si éste no está integrado en el SMS), de conformidad al Apéndice “C” Contenido del Manual de Sistema de Riesgos asociados a la Fatiga, de la presente Norma Oficial Mexicana; o
  - iii. Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) de conformidad a la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS: Safety Management System), si el FRMS está integrado en este manual.
- c) “Implementación de un FRMS para parte de sus operaciones y Limitaciones Prescriptivas, para el resto de sus operaciones”; el plan de implementación del FRMS y las revisiones correspondientes a los siguientes manuales:
  - i. Manual General de Operaciones (MGO), donde se establezca una declaración que delimite las operaciones a través de Limitaciones Prescriptivas y la Implementación del Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS).
  - ii. Manual de FRMS en función de la declaración hecha en el MGO (si éste no está integrado en el SMS), de conformidad al Apéndice “C” Contenido del Manual de Sistema de Riesgos asociados a la Fatiga, de la presente Norma Oficial Mexicana; o
  - iii. Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS), en función de la declaración hecha en el MGO, de conformidad a la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS: Safety Management System), si el FRMS está integrado en este manual.

**10.6.** El proveedor de servicio que dé cumplimiento a la presente Norma Oficial Mexicana, a través de la implementación de un Sistema de Gestión de Riesgos asociados a la Fatiga (FRMS), ya sea para la totalidad de sus operaciones (de conformidad al numeral 5.2. de la presente Norma Oficial Mexicana) o únicamente para una parte de éstas (de conformidad al numeral 5.3. de la presente Norma Oficial Mexicana), debe considerar lo siguiente:

**10.6.1.** La evaluación por parte de la Autoridad Aeronáutica del correspondiente programa de capacitación, así como la correcta impartición al personal involucrado.

**10.6.2.** La verificación y en su caso aprobación por parte de la Autoridad Aeronáutica del correspondiente FRMS.

**10.7.** La Autoridad Aeronáutica una vez que haya verificado la Gestión de la Fatiga, de acuerdo a los numerales 5.1 o 5.2 o 5.3, emitirá una aprobación cuya vigencia estará sujeta a la conservación de las condiciones que la motivaron, asegurándose de su cumplimiento por medio de visitas de vigilancia.

**10.8.** Tiempo de respuesta:

Tres meses contados a partir de la fecha en que se hubiere presentado la solicitud debidamente integrada.

Si al término del plazo máximo de respuesta, la Autoridad no ha respondido, se entenderá que la solicitud fue resuelta en sentido negativo al promovente.

Fundamento jurídico: Artículo 17 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

En caso de ser necesario la Autoridad Aeronáutica cuenta con un plazo máximo de 30 días naturales a partir de la fecha de presentación de la solicitud para requerir al promovente la información faltante. Asimismo el promovente cuenta con 10 días hábiles contados a partir de que haya surtido efecto la notificación para subsanar dichas omisiones; transcurrido el plazo correspondiente sin desahogar la prevención, se desechará el trámite.

Fundamento jurídico: 17-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

## 11. Vigencia

**11.1** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días naturales posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México a 28 de noviembre de 2017.

### Apéndice "A" Normativo: Orientación para la elaboración de limitaciones prescriptivas para la Gestión de la Fatiga.

#### A1. Finalidad y Alcance.

**A1.1.** Todo proveedor de servicio, tripulación de vuelo, etc. debe tener muy claro que las limitaciones del tiempo efectivo de vuelo, periodos de servicio y los requisitos de descanso, que se establecen con la única finalidad de asegurar que la tripulación de vuelo se desempeñe con un nivel apropiado de estado de alerta para realizar operaciones de vuelo seguras. Es necesario que visualicen los artículos 221 al 231 de la Ley Federal del Trabajo y el Artículo 82 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

**A1.2.** El proveedor de servicio debe tener en cuenta dos clases de fatiga con el objetivo de establecer las limitaciones prescriptivas: la transitoria y la crónica.

**A1.2.1.** El proveedor de servicio debe establecer las limitaciones prescriptivas que aseguren la protección contra ambas clases de fatiga. Tales prescripciones deben:

- a) Limitar los periodos de vuelo con la intención de evitar ambas clases de fatiga;
- b) Limitar el periodo de servicio cuando se realicen otras tareas inmediatamente antes del vuelo o en puntos intermedios durante una serie de vuelos, de manera que se evite la fatiga transitoria;
- c) Limitar el tiempo total de vuelo y los periodos de servicio durante espacios de tiempo específicos, a fin de evitar la fatiga crónica;
- d) Dar a los miembros de la tripulación de vuelo una oportunidad adecuada de descanso para recuperarse de la fatiga antes de comenzar el siguiente periodo de servicios de vuelo; y
- e) Tener en cuenta otras tareas conexas que puedan tener que desempeñar los miembros de la tripulación de vuelo, a fin de evitar especialmente la fatiga crónica.

**A2. Consideraciones operacionales utilizadas en la Gestión de la Fatiga.** El proveedor de servicio puede considerar la utilización de los siguientes aspectos operacionales en su Gestión de la Fatiga.

**A2.1.** Tiempo efectivo de vuelo. La definición de tiempo efectivo de vuelo establecida previamente en el numeral 3 de la presente Norma Oficial Mexicana, en el contexto de las limitaciones del tiempo efectivo de vuelo, se aplica a los miembros de la tripulación de vuelo.

**A2.2.** Periodos de servicio. Todo el tiempo que se pasa en servicio puede inducir fatiga en los miembros de la tripulación de vuelo y, por consiguiente, esto debería tenerse en cuenta al disponer los periodos de descanso para su restablecimiento. Cuando la tripulación de vuelo está en espera de alguna posible asignación de periodo de servicio (tripulaciones de reserva), debería considerarse que están en servicio si esto les produce fatiga.

#### A2.3. Periodos de servicio.

**A2.3.1.** Conforme la definición establecida previamente en el capítulo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana se considera necesario que un periodo de servicio esté sujeto a limitaciones porque las actividades de un miembro de la tripulación de vuelo durante periodos prolongados ocasionarían con el tiempo, fatiga transitoria o crónica que podría afectar en forma adversa a la seguridad operacional del vuelo.

**A2.3.2.** Un periodo de servicio no debería incluir el periodo de tiempo que necesita un miembro de la tripulación de vuelo para trasladarse desde su lugar de descanso hasta el punto donde debe presentarse a trabajar. Es responsabilidad de la tripulación de vuelo presentarse a trabajar después de haber descansado en forma adecuada.

**A2.3.3.** El proveedor de servicio debe considerar el tiempo de traslado del tripulante desde el lugar de su descanso hasta el lugar designado para realizar un periodo de servicio como parte del mismo periodo de servicio, sólo cuando el miembro de la tripulación de vuelo es solicitado a realizar un periodo de servicio sin haber concluido su periodo de descanso previo.

**A2.3.4.** El proveedor de servicio debe aceptar la decisión, de conformidad con el numeral A6, de un miembro de la tripulación de vuelo a negarse a prestar un nuevo servicio si la fatiga que sufre éste es de tal naturaleza que pueda perjudicar la seguridad del vuelo, al continuar con un servicio que pueda exceder las limitaciones prescriptivas, considerando lo que se establece en el numeral 5.1.1.

**A2.4. Periodos de descanso.**

**A2.4.1.** El proveedor de servicio debe liberar a los miembros de la tripulación de vuelo de todas sus obligaciones para que tengan un periodo de descanso y se recuperen de la fatiga.

**A2.4.2.** Los miembros de la tripulación de vuelo tienen la obligación y responsabilidad de utilizar sus periodos de descanso para asegurar esa recuperación.

**A2.4.3.** El proveedor de servicio debe conceder periodos prolongados de descanso en forma regular, de conformidad a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo y/o el Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

**A2.4.4.** Los periodos de descanso no deberían incluir los tiempos de espera si las condiciones de éstas no permiten a la tripulación de vuelo recuperarse de la fatiga.

**A2.4.5.** El proveedor de servicio debe proporcionar un alojamiento apropiado en tierra en los lugares donde se toman los periodos de descanso (cuando la tripulación de vuelo pernoctan fuera de su base de operaciones) para permitir una recuperación efectiva.

**A3. Tipos de limitaciones.**

**A3.1.** Las limitaciones deben dividirse generalmente en periodos de tiempo. El proveedor de servicio puede establecer limitaciones diarias, mensuales y anuales del tiempo efectivo de vuelo, así también como limitaciones de servicio acumulado para periodos específicos, como días consecutivos y periodos de siete días. No obstante, el proveedor de servicio debe tener presente que estas limitaciones pueden variar considerablemente cuando se tengan en cuenta distintas situaciones operacionales.

**A3.2.** El proveedor de servicio debe tener en cuenta las demoras operacionales imprevistas una vez comenzado un periodo de servicio de vuelo que haya sido planificado dentro de las limitaciones admisibles.

**A3.2.1.** El proveedor de servicio debe establecer métodos que reduzcan al mínimo el grado en el que puede permitirse que se excedan los límites de periodos de servicio y tiempo efectivo de vuelo, igualmente debe preverse la forma de controlar el grado en el que puede permitirse cualquier disminución del descanso por debajo del nivel que comúnmente se requiere en los casos en los que se busque flexibilidad para recuperar un horario retrasado.

**A3.3.** Cuando el proveedor de servicio formule las limitaciones del tiempo efectivo de vuelo, debe tener en cuenta la composición de la tripulación de vuelo y el grado en que pueden repartirse las distintas tareas entre la tripulación de vuelo.

**A3.3.1.** Cuando el proveedor de servicio utilice tripulación aumentada (reforzada), el tiempo efectivo de vuelo puede ser prolongado siempre y cuando las instalaciones del avión sean de tal naturaleza que un miembro de la tripulación de vuelo pueda obtener un descanso reparador en un asiento reclinable confortable, o en una litera, separado y oculto de la vista del puesto de pilotaje y de los pasajeros, y razonablemente libre de perturbaciones.

**A3.4.** Cuando aplique, el proveedor de servicio, debe considerar todos los factores pertinentes, entre los que figuran de manera enunciativa pero no limitativa:

- a) el número y sentido de los husos horarios atravesados;
- b) la hora a la que se programó que comenzara el periodo de servicio de vuelo;
- c) el número de sectores previstos o reales dentro del periodo de servicio de vuelo;
- d) el plan de trabajo y sueño relativo al ritmo circadiano o el ciclo fisiológico de 24 horas de la tripulación de vuelo;
- e) la programación de los días libres;
- f) la secuencia de horarios tempranos de llegada al trabajo y de salidas tarde;
- g) la combinación de servicios que se realizan en jornadas diurnas, nocturnas y mixtas de conformidad con la Ley Federal del Trabajo, y
- h) las características de la operación de vuelo.

**A4. Establecimiento de limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga.****A4.1. Finalidad y alcance.**

**A4.1.1.** Si el proveedor de servicio decide establecer las limitaciones prescriptivas para la gestión de la fatiga puede considerar el conjunto de parámetros:

**A4.1.2.** El proveedor de servicio puede tomar los valores numéricos de los artículos 221 al 231 de la Ley Federal del Trabajo y el Artículo 82 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil o conforme el numeral 5.1.1 de la presente Norma Oficial Mexicana.

**Nota 1 Apén. A:** En este ejemplo no se indican valores numéricos. En el texto que sigue se utiliza el símbolo (\*) para indicar dónde el proveedor de servicio debe insertar cada uno de los valores que considere apropiado para controlar la fatiga y corchetes [ ] para indicar un valor ordinario.

**A4.1.3.** El proveedor de servicio debe tener en cuenta los resultados de la investigación científica pertinente, la experiencia pasada en la administración de tal reglamentación (numeral A.4.1.2), diferencias culturales y la naturaleza de las operaciones que se desea emprender, con el propósito de decidir cuáles valores numéricos deben insertarse.

**A4.1.4.** La Autoridad Aeronáutica verificará mediante la auditoría como parte de la evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana, la idoneidad de la amplitud y del alcance de todas las limitaciones propuestas por cada proveedor de servicio, por lo que respecta a sus operaciones, antes de aprobar las limitaciones de tiempo efectivo de vuelo, de periodo de servicio y el esquema de descanso.

#### **A4.2.** Responsabilidades del proveedor de servicio.

**A4.2.1.** El proveedor de servicio debe tener en cuenta en su(s) Manual(es) General(es) de Operación todos los tiempos de vuelo que resulten adecuados para las operaciones que realicen.

**A4.2.2.** Si el proveedor de servicio proyecta operaciones que no pueden manejarse dentro de las limitaciones publicadas conforme los tiempos de vuelo permisibles, puede solicitar a la Autoridad Aeronáutica una adaptación. En tal caso y antes de que la Autoridad Aeronáutica apruebe la adaptación, el proveedor de servicio, debe demostrar a la Autoridad Aeronáutica que esa adaptación puede dar un nivel equivalente de seguridad operacional y que se han considerado las objeciones fundadas en motivos de seguridad operacional.

**A4.2.3.** El proveedor de servicio debe preparar los horarios de trabajo y publicarlos con suficiente antelación para que los miembros de la tripulación de vuelo tengan la oportunidad de planificar un descanso adecuado.

**A4.2.3.1** El proveedor de servicio, también debe prestar la debida atención a los efectos acumulados de periodos prolongados de servicio intercaladas con un periodo de descanso mínimo y evitar horarios de trabajo que transformen gravemente el esquema de sueño y de trabajo establecido. Los horarios de trabajo deben estar de conformidad con lo establecido con la Ley Federal del Trabajo.

**A4.2.4.** El proveedor de servicio debe planificar los vuelos para que éstos se completen dentro del periodo de servicio de vuelo permisible, tomando en cuenta el tiempo necesario para el servicio previo al vuelo, los tiempos de vuelo y de tiempos de vuelo para el retorno a base de operaciones y la naturaleza de la operación. Los periodos mínimos de descanso que se necesitan para proporcionar un reposo adecuado, deben basarse en la operación real.

**A4.2.5.** El proveedor de servicio debe asegurar a todo miembro de la tripulación de vuelo la oportunidad de comer durante el periodo de servicio de vuelo, de conformidad con la Ley Federal del Trabajo, para evitar cualquier dificultad en su desempeño.

**A4.2.6.** El proveedor de servicio debe designar una base de operaciones para cada miembro de la tripulación de vuelo, desde la cual éste debe iniciar y terminar normalmente un periodo de servicio o una serie de periodos de servicio. La base de operaciones debe asignarse con un cierto grado de permanencia.

**A4.2.7.** El proveedor de servicio debe evitar la asignación de todo miembro de la tripulación de vuelo para que realice operaciones en un avión si se tienen indicios de que ese miembro de la tripulación de vuelo está fatigado hasta tal punto que pueda verse comprometida la seguridad operacional del vuelo.

#### **A4.3.** Responsabilidades de los miembros de la tripulación de vuelo.

**A4.3.1.** Ningún miembro de la tripulación de vuelo debe realizar operaciones en un avión cuando sepa que está fatigado o se sienta incapacitado hasta tal punto que pueda verse comprometida la seguridad operacional del vuelo, siempre que presente al proveedor de servicio el dictamen médico correspondiente que justifique dicha fatiga.

**A4.3.2.** Los miembros de la tripulación de vuelo deben hacer el mejor uso posible de las instalaciones y oportunidades que se proporcionan para descanso y comidas, así como planificar y utilizar sus periodos de descanso para garantizar su pleno restablecimiento.

**A4.4.** Limitaciones de los tiempos de vuelo y de los periodos de servicio que deben aplicarse a las operaciones de los miembros de la tripulación de vuelo.

**A4.4.1. Tiempo efectivo de vuelo máximo.**

**A4.4.1.1** El número máximo de horas de vuelo no puede exceder de:

- a) Periodo de servicio de vuelo por día:
  - i. 8 hrs. en jornada diurna.
  - ii. 7 hrs. en jornada nocturna.
  - iii. 7.5 hrs. en jornada mixta.
- b) 30 horas en cualesquiera 7 días consecutivos o 90 horas en cualesquiera 30 días consecutivos; y
- c) 1,000 horas anuales.

**A4.4.1.2** Las limitaciones de A.4.4.1.1. b) y c) pueden calcularse, en forma alternativa, en semanas, meses o años civiles. En tal caso, deben especificarse otras limitaciones para un periodo de dos o tres meses civiles.

**A4.4.2. Tiempo máximo de servicio para los miembros de la tripulación de vuelo.**

**A4.4.2.1** Los tiempos de jornada de trabajo no pueden exceder de:

- a) 180 horas en cualesquiera 30 días consecutivos o en un mes civil.

**A4.4.2.2** Periodo máximo de servicio de vuelo para la tripulación de vuelo.

**A4.4.2.3** El periodo máximo de servicio de vuelo debe ser de (\*) horas.

**A4.4.3.** Esta limitación debe permitir una variación para tener en cuenta aspectos que pueden tener un impacto en la fatiga; como son el número de vuelos planificados, la hora local a la que se inicia el servicio, el esquema de descanso y de sueño relativo al ritmo circadiano del miembro de la tripulación de vuelo, la organización del tiempo de trabajo y el aumento de la tripulación de vuelo.

**A4.4.4.** Las horas a las que la tripulación se presenta a trabajar deben reflejar de modo realista el tiempo requerido para concluir las obligaciones previas al vuelo, relativas a la seguridad operacional y al servicio (si corresponde) y un margen normalizado de (\*) minutos que ha de añadirse al final del tiempo efectivo de vuelo para poder completar las verificaciones y los registros. Para fines de registro, la hora del informe previo al vuelo así como el margen de tiempo después del vuelo, deben contarse como tiempo de servicio.

**A4.4.5.** Los periodos de servicio de vuelo pueden prolongarse en circunstancias operacionales imprevistas o reducir un periodo de descanso dentro de los límites establecidos en el ordenamiento jurídico aplicable, una vez iniciado un periodo de servicio. El piloto al mando, antes de tomar esta decisión, debe estar convencido de que todos los miembros de la tripulación que han de realizar operaciones en el avión se sienten capaces de ello. El piloto al mando debe informar al proveedor de servicio sobre su decisión.

**A4.5. Vuelos realizados con tripulación aumentada (reforzada) y relevo en vuelo.**

**A4.5.1.** El proveedor de servicio debe determinar qué tanto pueden prolongarse las limitaciones del periodo básico de servicio de vuelo en base a la composición y el número de los miembros de la tripulación de vuelo transportados como relevo en vuelo y la calidad de las instalaciones de reposo proporcionadas y otros parámetros relacionados con la operación del vuelo. El proveedor de servicio debe mantener un buen equilibrio entre la división de servicio de vuelo y de reposo.

**A4.5.2.** El proveedor de servicio debe asegurarse de que se notifique a los miembros de la tripulación de vuelo, antes del comienzo del periodo de descanso que precede al vuelo, acerca de la función que se exige que desempeñen (es decir, como tripulación principal o de relevo) de forma que puedan planificar su descanso previo al vuelo.

**A5. Periodos mínimos de descanso.**

**A5.1.** El periodo mínimo de descanso inmediatamente antes de comenzar un periodo de servicio de vuelo no puede ser menor a lo indicado en el Art. 225 de la Ley Federal del Trabajo.

**A6. Decisiones que puede tomar la tripulación de vuelo.**

**A6.1.** Cualquier tripulante de vuelo, a juicio suyo y considerando lo descrito en el Numeral A.4.4.5, puede negarse a prestar un nuevo servicio de vuelo, reducir el periodo de servicio de vuelo programado o prolongar el periodo mínimo de descanso, a fin de suprimir cualquier efecto perjudicial que afecte a la seguridad del vuelo.

**A6.2.** El tripulante de vuelo afectado debe informar al proveedor de servicio sobre su decisión de negarse a prestar un servicio de vuelo, reducir el periodo de servicio de vuelo programado o prolongar el periodo mínimo de descanso, brindando toda la información necesaria para que el proveedor de servicios realice una evaluación de fatiga mediante de los métodos del FRM y/o FRMS.

**A6.2.1.** En caso de que el proveedor de servicios considere que es necesario un dictamen médico que justifique la fatiga del tripulante, o que el tripulante de vuelo afectado esté inconforme con la evaluación de fatiga efectuada mediante los métodos del FRM y/o FRMS, el mismo podrá ser efectuado por cualquiera de los siguientes:

- i. Servicio médico del proveedor de servicios, o
- ii. Entidad Médica especializada, o
- iii. Autoridad Médica en Medicina del transporte.

#### **A7. Disposiciones varias.**

##### **A7.1. Espera.**

**A7.1.1.** La hora en que se inicia y la hora en que se termina la espera debe definirse y notificarse por lo menos con (\*) horas de anticipación y la duración máxima de cualquier espera no excederá de (\*) horas.

**A7.1.2.** El proveedor de servicio debe definir los tiempos de espera posteriores a los servicios de vuelo asignado antes de que sea asignado otro servicio de vuelo a cualquier miembro de la tripulación de vuelo. Si el proveedor de servicio detecta que existe fatiga en los tiempos de espera, éste debería considerar dichos tiempos como parte de un periodo de servicio y debería tenerse en cuenta para calcular el descanso mínimo que precede a un periodo de servicio de vuelo subsiguiente.

**A7.1.3.** Cuando el proveedor de servicio solicite a los miembros de la tripulación de vuelo que estén en espera, el proveedor de servicio debe proporcionar instalaciones adecuadas de descanso en un alojamiento dispuesto.

**A7.1.4.** Disponibilidad, cuando el proveedor de servicio requiera que los miembros de la tripulación de vuelo estén disponibles para establecer contacto con los mismos, por un periodo breve de tiempo y a fin de recibir instrucciones relativas a un posible cambio del horario de trabajo, este requisito no debe impedir a los miembros de la tripulación de vuelo gozar de un periodo de descanso antes de presentarse al lugar donde inician su servicio. El tiempo empleado en este caso de disponibilidad no debería considerarse como servicio.

**A7.1.5.** Viaje para incorporarse al puesto (vuelos de concentración), todo el tiempo empleado para incorporarse al puesto, se cuenta como servicio y este tiempo, seguido de operaciones sin un periodo de descanso intermedio, también cuenta como servicio de vuelo. Sin embargo, el viaje para incorporarse al puesto no debería considerarse parte de las operaciones al planificar o calcular un periodo de servicio de vuelo.

##### **A8. Registros.**

**A8.1.** Para que el proveedor de servicio esté seguro de que el esquema para la Gestión de la Fatiga está funcionando en la forma prevista y como se aprobó, deben guardarse durante un año los registros de los servicios desempeñados y de los periodos de descanso cubiertos, a fin de facilitar la inspección del personal autorizado del proveedor de servicio y la verificación o evaluación de la Autoridad Aeronáutica.

**A8.2.** El proveedor de servicio debe asegurarse de que en estos registros se incluya, para cada miembro de la tripulación de vuelo, por lo menos lo siguiente:

- a) El inicio, la duración y la terminación de cada periodo de servicio de vuelo,
- b) El inicio, la duración y la terminación de cada periodo de servicio,
- c) Los periodos de descanso, y
- d) Las horas de vuelo.

**A8.3.** El proveedor de servicio también debe guardar registros de las ocasiones en las que un piloto al mando haya tomado una decisión según lo descrito en el numeral A.6.1. Si la decisión ha de aplicarse por motivos similares en más del (\*) por ciento de las ocasiones, cuando se vuela a lo largo de una ruta o una configuración de rutas en particular, es muy probable que la finalidad de este apéndice de orientación no se haya cumplido y que pueda originarse una fatiga indebida. El proveedor de servicio debe realizar un estudio de la ruta respectiva a fin de analizar la factibilidad de modificar el itinerario o los arreglos de designación de la tripulación para reducir la frecuencia de estos sucesos. En estos casos, el proveedor de servicio debe conservar registros de estos sucesos de acuerdo al numeral A.8.1 y presentar dichos registros a la Autoridad Aeronáutica durante las verificaciones en caso de que así sea solicitado.

**A8.4.** Las tripulaciones de vuelo deben mantener un registro personal de sus horas diarias de vuelo.

**Apéndice "B" Normativo: Enfoque de implementación por fases del FRMS.**

A continuación se proporciona una guía de orientación para la implementación del FRMS, si es que éste es el medio de control seleccionado por el proveedor de servicio para llevar la gestión del riesgo asociado a la fatiga, en su tripulación de vuelo.

**B1. No existe una fórmula determinada para la implementación del FRMS, por lo que cada proveedor de servicio 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. Lleva tiempo el planificar y desarrollar los métodos del FRMS, por lo que el proveedor de servicio tiene que implementar su FRMS por etapas, igual que como se implementa el SMS.**

**B2. Fase I – Planificación.**

**B2.1.** El objetivo de la Fase I es que el proveedor de servicio debe llegar a un plan global para demostrar a la Autoridad Aeronáutica, cómo va a funcionar el FRMS, cómo se integrará con otras partes de la organización del proveedor de servicio, quién va a ser el responsable del FRMS, y quién va a ser el encargado de garantizar que la implementación del FRMS concluya con éxito.

**B2.2.** Si el proveedor de servicio solicita el apoyo de algún consultor externo, con la finalidad de implementar el FRMS de forma relativamente expedita, el proveedor, debe demostrar a la Autoridad Aeronáutica, las evidencias de la propiedad del FRMS y el compromiso de los que lo van a utilizar dentro de la organización del proveedor de servicio, esto desde las primeras etapas de su creación. Es recomendable considerar en ciertos momentos que los consultores externos pueden ofrecer una ayuda muy valiosa en un método de implementación del FRMS. No obstante, pueden carecer del conocimiento operativo y la experiencia del proveedor de servicio.

**B2.3.** El consultor externo no debe ser la interfaz entre la Autoridad Aeronáutica y el proveedor de servicio.

**B2.4.** Análisis de las diferencias y elaboración de un plan de implementación.

**B2.4.1.** El proveedor de servicio debe efectuar un análisis de diferencias entre sus procedimientos actuales y los requerimientos particulares del FRMS, con la finalidad de:

- a) Identificar los elementos del FRMS ya disponibles en sus sistemas y métodos actuales;
- b) Identificar los sistemas y métodos actuales que podrían modificarse para cumplir las necesidades del FRMS; e
- c) Identificar dónde hay que desarrollar nuevos sistemas y métodos para el FRMS.

**B2.5.** El proveedor de servicio, debe utilizar los resultados del análisis de diferencias como base para el desarrollo del plan de implementación del FRMS para desarrollar la ruta crítica representativa que describa cómo avanzará en el tiempo el desarrollo de cada uno de los métodos del FRMS, acorde al tamaño o dimensión de la organización, la naturaleza o complejidad de las operaciones o actividades aéreas que realicen.

**B2.6.** Al final de la Fase I, el proveedor de servicio debe haber concluido:

- a) El análisis completo de las diferencias entre sus procedimientos actuales y los requerimientos particulares del FRMS.
- b) La política del FRMS, firmada por el director ejecutivo. El desarrollo de la política al principio de los métodos de implantación del FRMS ayudará a definir el ámbito del FRMS.
- c) El documento que contenga el plan de implementación del FRMS.
- d) El plan de documentación del FRMS. El cual puede evolucionar a medida que el FRMS se vuelva operativo.
- e) El plan de comunicación del FRMS. Éste también puede que evolucione a medida que el FRMS se vuelva operativo.
- f) La definición necesaria para la asignación de los recursos financieros y humanos.
- g) La designación del director ejecutivo responsable del FRMS, el cual debe tener la autoridad y la capacidad de gestión para garantizar dicha asignación.
- h) La conformación del Grupo de Acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga (o equivalente). El Grupo de Acción sobre riesgos de seguridad operacional asociados a la fatiga puede variar de acuerdo con el tamaño y la complejidad de la organización y del FRMS.

i) El análisis de disponibilidad de personal adecuadamente calificado y disponible en otras partes de la organización.

**B2.7.** Para que la Autoridad Aeronáutica apruebe al proveedor de servicio iniciar la Fase II, éste debe presentar su plan de implementación del FRMS a la Autoridad Aeronáutica para que lo revise, evalúe e identifique las posibles áreas de oportunidad para mejorar dicho plan.

### **B3. Fase II-Aplicación de métodos reactivos de FRM.**

**B3.1.** En la Fase II, el proveedor de servicio debe aplicar la primera versión de los métodos del FRM, 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 de manera enunciativa pero no limitativa, incluyen:

- a) Informes confidenciales de seguridad operacional,
- b) Informes de accidentes e investigación de incidentes,
- c) Auditorías y datos históricos de turnos (por ejemplo, los datos sobre vuelo programado y real y los tiempos de servicio y vencimientos de jornada).

**B3.2.** El proveedor de servicio debe verificar que las actividades de la Fase II consoliden los métodos y procedimientos actuales de gestión de los riesgos asociados a la fatiga de la organización e introduzcan controles y medidas de mitigación para la gestión de las deficiencias identificadas en el sistema actual.

**B3.3.** Al final de la Fase II, el proveedor de servicio debe asegurar que:

- a) Los métodos de FRM basados en la identificación reactiva de peligros, sean operacionales, así como que la evaluación de riesgos, el desarrollo, la aplicación y supervisión de los controles para las medidas de mitigación de los riesgos son adecuados.
- b) Los métodos de documentación de FRMS están establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.
- c) Las actividades de instrucción del FRMS estén establecidas en apoyo de la versión actual del FRMS.
- d) Las partes interesadas reciban entrenamiento a fin de asegurar su competencia para emprender sus responsabilidades en el FRMS a medida que se lleva a cabo el plan de implementación.
- e) Los métodos de comunicación de FRMS estén establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.

**B3.4.** El proveedor de servicio debe estar listo para emprender los análisis coordinados sobre seguridad operacional en esta versión del FRMS, al igual que en el método utilizado al aplicar el SMS.

### **B4. Fase III-Aplicación de métodos proactivos y predictivos de FRM.**

**B4.1.** En esta Fase, el proveedor de servicio debe incluir los métodos proactivos y predictivos de identificación de los peligros asociados a la fatiga, a los métodos de FRM establecidos en la Fase II.

**B4.2.** Al final de la Fase III, el proveedor de servicio debe asegurar que:

- a) Los métodos 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.
- b) Los métodos de documentación de FRMS estén establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.
- c) Las actividades de instrucción estén establecidas en apoyo de la versión actual del FRMS. Un programa único al nivel necesario para la implementación del FRMS puede ser más eficiente que una instrucción parcial en cada fase de la implementación.
- d) Los métodos de comunicación de FRMS estén establecidos en apoyo de la versión actual del FRMS.

**B4.3.** El proveedor de servicio debe estar listo para emprender análisis coordinados sobre seguridad operacional en esta versión del FRMS.

### **B5. Fase IV-Aplicación de métodos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.**

**B5.1.** Al final de la Fase IV, el proveedor de servicio debe:

- a) Haber establecido roles y responsabilidades para asegurar el desempeño en cuanto a seguridad operacional del FRMS.
- b) Tener activas las autoridades (líneas de mando) y canales de comunicación necesarios.
- c) Haber elaborado y convenido los indicadores de desempeño en cuanto a seguridad operacional del FRMS.

- d) Haber establecido los procedimientos y métodos para la evaluación periódica de los indicadores de desempeño en cuanto a la seguridad operacional.
- e) Haber establecido la retroalimentación adecuada entre los métodos de FRM y los métodos de garantía de la seguridad operacional del FRMS.
- f) Haber aplicado plenamente los métodos de documentación del FRMS, los procesos de capacitación del FRMS y los procesos de comunicación del FRMS.

**B5.2.** Al final de la Fase IV, el FRMS debe ser plenamente funcional y si aplica debe estar integrado con el SMS del proveedor de servicio 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.

**B5.3.** Al final de la Fase IV, el proveedor de servicio debe solicitar la aprobación reglamentaria de todo el FRMS por parte de la Autoridad Aeronáutica.

**B5.4.** El Plan de Implementación del FRMS, no debe exceder un periodo de 48 meses para su aplicación total, garantizando así que la implementación del FRMS en la organización sea efectiva.

**B5.5.** Si el proveedor de servicio adopta la Gestión de los Riesgos asociados a la Fatiga por medio del FRMS, para todas sus operaciones o parte de éstas; la inclusión del FRMS en el Manual SMS, puede realizarse paralelamente y acorde con este último. Y debe estar armonizado con el propio SMS.

### **Apéndice "C" Normativo: Contenido del Manual del Sistema de Riesgos asociados a la Fatiga**

#### **C1. Introducción**

Para la determinación del contenido y disposiciones generales del Manual FRMS, los proveedores de servicio deben considerar diversos factores, tales como el tamaño o dimensión de la organización, la naturaleza y/o complejidad de las operaciones o actividades aéreas que realizan. Dicho Manual proporciona a los proveedores de servicio, un medio para implementar todos los aspectos del FRMS que correspondan a su organización.

#### **C2. Disposiciones generales**

Todo proveedor de servicio debe elaborar su Manual FRMS, conforme a lo establecido en el numeral 6 y Apéndice A en la presente Norma Oficial Mexicana.

#### **C3. Requisitos de presentación del Manual FRMS**

**C3.1.** El Manual FRMS no debe ser contrario a ninguna disposición aplicable, ningún permiso, concesión, aprobación o autorización emitida para el proveedor de servicio.

**C3.2.** El proveedor de servicio es responsable de establecer y manifestar los derechos de autoría y protección de la información contenida en el Manual FRMS, sin detrimento de lo establecido en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental u otra disposición aplicable.

**C3.3.** El proveedor de servicio debe elaborar tres copias en formato electrónico no editable.

**C3.4.** El Manual FRMS y sus enmiendas deben:

- a) Constar de una estructura por secciones que facilite su revisión y consulta;
- b) Contar con un control de revisiones, índice(s), introducción o prefacio, definiciones y abreviaturas, capítulos, entre otros, e indicar con una línea vertical (lado izquierdo o derecho del margen) el cambio realizado al párrafo o texto del documento;
- c) Ser en hoja de color blanco, además de que todas las hojas del manual deben estar numeradas y llevar la razón social o denominación, así como logotipo de la organización del proveedor de servicio;
- d) Contener un control de distribuciones incluyendo: política, procedimientos, responsabilidades y limitaciones de la edición, impresión, distribución, uso y control de esta información entre su personal, así como de las personas o áreas encargadas de este documento en su distribución, actualización y/o vigencia; a través de los sistemas de red, de área local o de forma individual por cada equipo de cómputo; y
- e) Elaborarse en idioma español, permitiéndose en general el uso de términos aeronáuticos, así como de tablas y/o gráficas en otro idioma con su respectiva traducción.

**C3.5.** Las enmiendas que se efectúen al Manual FRMS, deben presentarse a la Autoridad Aeronáutica en formato electrónico y por separado para su revisión, mismas que deben contener las hojas del manual que están siendo revisadas; además de una versión completa del manual con la revisión integrada al mismo, además de presentarse utilizando formatos de programas de cómputo "de sólo lectura", comercialmente disponibles y sin costo de adquisición, o de programas de cómputo compatibles con lo que posea la Autoridad Aeronáutica.

**C3.6.** El proveedor de servicio debe presentar:

**a)** Tres copias en disco compacto (CD) o minidisco compacto (mCD), identificados con el nombre de la organización y del manual, el número de enmienda o revisión y la fecha de la misma.

**b)** La caja de contenido del CD o mCD debidamente identificada con el nombre y/o logotipo de la organización, indicando además el nombre del manual, en caso de que el contenido del manual se componga de más de un CD o mCD, identificar el número de discos.

**c)** En caso de que el manual se componga de varios volúmenes, éstos deben ir debidamente identificados, de acuerdo al número de volúmenes que contemple dicho manual.

**C3.7.** El Manual FRMS puede hacer referencia a la documentación técnica o de servicio de fabricantes, así como a otras fuentes o manuales y/o documentos autorizados, del proveedor de servicio.

**C3.8.** Contenido del Manual FRMS. La información que se establece a continuación se considera como ilustrativa mas no limitativa para la elaboración del Manual FRMS, el cual debe contener y desarrollar la siguiente información:

**Nota 1 Apén. C:** En caso de utilizar una organización diferente a la indicada en la presente Norma Oficial Mexicana, se debe indicar mediante una referencia cruzada a la misma, referenciando cada uno de los puntos señalados.

**a)** Portada del Manual FRMS;

**b)** Presentación;

**c)** Registro de enmiendas; debe contener tres columnas en las que se registre el número de revisión, fecha de la revisión, y nombre del responsable de las enmiendas (con rúbrica), este registro debe estar siempre disponible en el Manual FRMS, para así mantener las firmas de quienes realizaron las inserciones.

**d)** Lista de páginas efectivas; debe registrarse a manera de lista, los siguientes datos:

**i.** Número de página.

**ii.** Número de revisión.

**iii.** Fecha de revisión de páginas.

**e)** Índice general;

**f)** Sección 1.- Generalidades;

**i.** Descripción del Contenido del Manual FRMS; debe desarrollar para cada capítulo del Manual FRMS una sinopsis del mismo.

**ii.** Introducción; debe describir las bases, antecedentes y motivos generales para los que se elabora el Manual FRMS.

**iii.** Alcance del FRMS; indicar los objetivos que espera alcanzar en cada una de las áreas en que será aplicado el FRMS. Incluyendo el de cada una de las áreas involucradas.

**iv.** Política general de seguridad operacional. La cual debe estar firmada de manera autógrafa por el Ejecutivo Responsable y ser revisada periódicamente, así como describir el procedimiento de difusión de la misma.

**v.** Objetivos de seguridad operacional organizacional.

**vi.** Contemplar los indicadores y metas de desempeño; los cuales deben permitir la medición del grado de efectividad del FRMS.

**g)** Sección 2.- Distribución del Manual FRMS;

**i.** Área responsable de la administración y control del Manual FRMS.

**ii.** Incluyendo la política de distribución interna y externa, sugiriendo agregar un listado de las áreas que mantendrán una copia autorizada y actualizada del manual.

**iii.** Política de revisiones. Indicar los motivos por los cuales se debe revisar el contenido del Manual FRMS, así como la manera de señalar los cambios efectuados.

**iv.** Control de revisiones.

**v.** Desarrollar las políticas para llevar a cabo las "revisiones" al Manual FRMS, además de los procedimientos para que dichas revisiones sean del conocimiento del personal y de la Autoridad Aeronáutica; así como indicar el área responsable de llevar a cabo tal actividad.

**h) Sección 3.- Organización del área de seguridad operacional;**

i. Organigrama. Incluyendo uno de la organización que indique los puestos directivos y la ubicación del área de seguridad operacional, y otro específico del área de seguridad operacional que indique los puestos titulares.

ii. Deberes, funciones y responsabilidades.

iii. Personal. Detallar la política de designación del responsable, así como la de cada integrante del área.

**Nota 2 Apén. C:** Dicho personal puede provenir de diferentes áreas de la organización, considerando que en este rol debe poseer independencia y libertad para efectuar las investigaciones y recomendaciones que crea necesario en función de su misión, además de reportar directamente al nivel más alto de la organización.

**Apéndice "D" Informativo: Ciencia de la Fatiga.****D1. Introducción**

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.

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.

**a)** 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

**b)** 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.

**D2. 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.

**D2.1. 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. Se realiza pegando electrodos movibles en el cuero cabelludo y la cara y conectándolos a un dispositivo de grabación, para medir tres diferentes tipos de actividad eléctrica:

**a)** Ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG);

**b)** Movimientos oculares (electrooculograma o EOG), y

**c)** 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 se 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 periodo de sueño, y
- A lo largo de un periodo 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.

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.

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 "bloque 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 periodo 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.

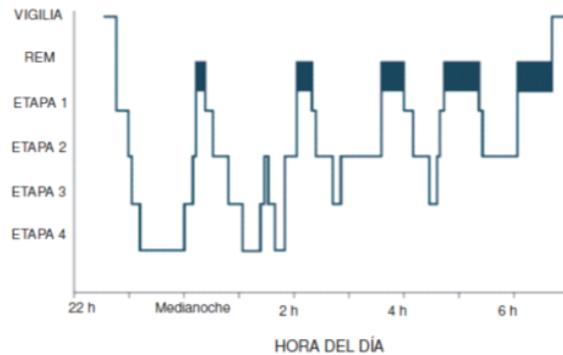


Figura 1-1. Diagrama del ciclo nocturno no-REM/REM en un joven adulto.

#### 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 1-1 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.

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 periodo REM de la noche (los periodos REM se indican en sombreado en la Figura 1-1). Después de un periodo 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 1-1 se despierta directamente al final del periodo REM de la noche, así que probablemente recordaría los sueños.

Curiosamente, el sueño de onda lenta siempre predomina al comienzo de un periodo 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.

#### **D2.2. 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.

#### 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. Dormir durante el pilotaje también es más ligero y más fragmentado de lo que cabría predecir a partir de estudios de laboratorio. 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. 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 la Gestión de la Fatiga el FRMS 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.

#### **D2.3. 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 la Gestión de la Fatiga/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, por ejemplo cuando se han programado los periodos 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 periodos 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.

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.

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.

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 la Gestión de la Fatiga/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.

**Nota 1 Apén. D:** 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.

### **D3. 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.

#### **D3.1. 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.

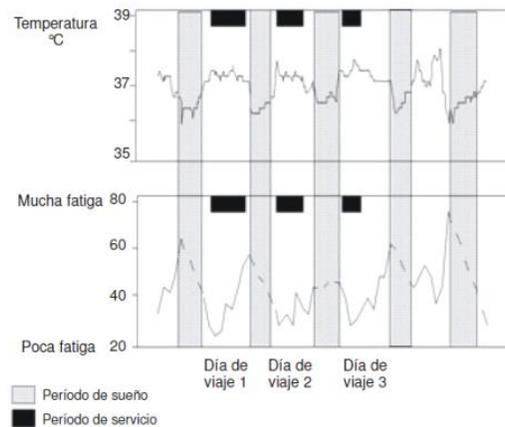


Figura 1-2. Ritmos circadianos de un piloto de vuelos de corta distancia.

La Figura 1-2 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). 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).

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 periodo de sueño indica que no se le pidió que despertase cada dos horas para evaluar su fatiga en ese periodo 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 1-2.

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).

### **D3.2. El reloj corporal circadiano y el sueño.**

Como se mencionó en el numeral D.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 1-3 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. Al igual que el miembro de la tripulación de la Figura 1-2, 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.

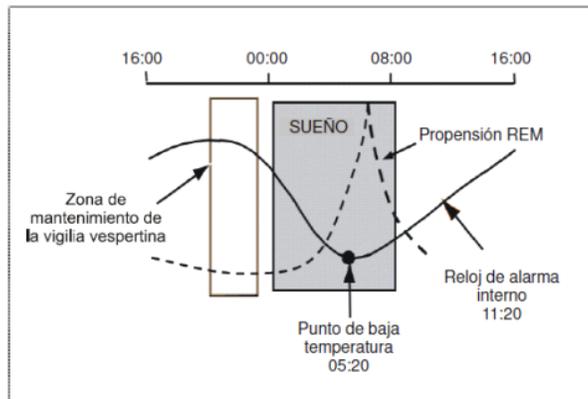


Figura 1-3 Resumen de las influencias del reloj corporal circadiano en el sueño nocturno.

La Figura 1-3 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 periodos 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 1-3).
- 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. 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).

### **D3.3. Sensibilidad del reloj corporal circadiano a la luz.**

Al principio del numeral D3, 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.

### **D3.4. 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 1-4 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 1-3 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).

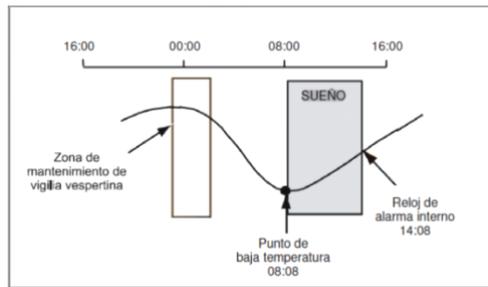


Figura 1-4 Reloj corporal circadiano y sueño tras el servicio nocturno.

El ritmo de la temperatura corporal se representa mediante una curva simple (continua). Volviendo a la Figura 1-3, 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 1-4, 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 1-3), 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 1-4), 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 periodos 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.

### D3.5. 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 periodo 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 1-5 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). 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 (Aeropuerto Intl. de Narita (NRT)-Aeropuerto Intl. de Singapur (SIN)-NRT). Los puntos del gráfico indican la hora de la temperatura mínima (promedio de seis miembros de la tripulación por día).

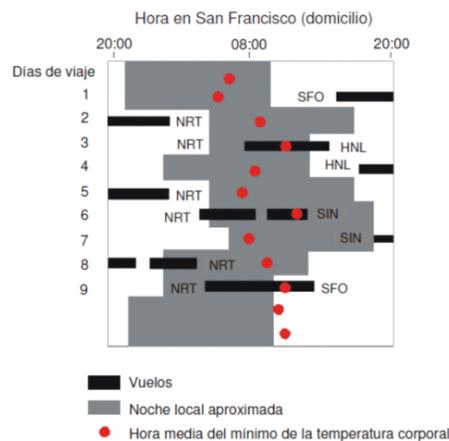


Figura 1-5 Estudio de seguimiento del reloj corporal circadiano a lo largo de múltiples vuelos transpacíficos.

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 San Francisco (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 periodo 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 periodos de vigilia. Por ejemplo, en una serie de viajes de largo recorrido estudiada por el Programa de Fatiga de la NASA, el periodo medio de vigilia asociado con un día de servicio fue de 20,6 horas (la duración media de un periodo de servicio fue de 9.8 horas). A lo largo de estos prolongados periodos 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 periodo 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 transmeridianos 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.

#### **D4. 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 la Gestión de la Fatiga. 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 la fatiga.

La base científica para la Gestión de la Fatiga puede mejorarse continuamente si los datos recogidos de forma rutinaria pueden compartirse de manera apropiada en el dominio público.

---