



CIRCULAR OBLIGATORIA

CO AV-09.6/07 R1

FACTORES HUMANOS EN LA AVIACIÓN.

17 de agosto de 2020

CIRCULAR OBLIGATORIA

FACTORES HUMANOS EN LA AVIACIÓN.

Objetivo

El objetivo de la presente Circular, es establecer los principios relativos a los factores humanos en la aviación, así como las medidas prácticas con relación a los mismos, de manera que sean considerados en las diversas áreas relacionadas con las operaciones aéreas para aumentar la seguridad en la aviación.

Fundamento legal

Con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 38 fracción II, 40 fracciones I, III y XVI, 41, 4, 6 fracciones III y IX, 9 y 17 de la Ley de Aviación Civil; 79, 85, 89, 90, 91 y 92 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, 6° fracción XIII, 21 fracciones I, II, IV, V, XIII, XIX y XXXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se emite la presente circular obligatoria.

Aplicabilidad.

Aplica a todo el personal técnico aeronáutico que posee una licencia otorgada de acuerdo a los lineamientos de la Ley de Aviación Civil y su Reglamento, a los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos, prestadores de servicios a la navegación aérea y en general a todas aquellas empresas u organismos que presten algún servicio a las citadas anteriormente y que tengan algún impacto en la seguridad aérea.

Descripción.

1. Disposiciones generales.

1.1. Los principios relativos a factores humanos descritos en la presente Circular, deberán ser considerados para la elaboración de los manuales, listas de verificación y procedimientos de trabajo a ser empleados por el personal técnico aeronáutico.

1.2. En el diseño y proyección de procedimientos de trabajo en el medio aeronáutico deberá reconocerse los factores humanos, incluyendo en las tareas de mantenimiento, inspección, servicio a las aeronaves, operaciones de vuelo, de tierra y de control de tránsito aéreo. Deben considerarse factores tales como la instrucción, el ambiente de trabajo, los métodos de comunicación las limitaciones fisiológicas y la ingeniería humana de los equipos.

1.3. La Autoridad Aeronáutica podrá requerir la modificación o adecuación de algún manual, lista de verificación o procedimiento de trabajo a emplearse por el personal técnico aeronáutico cuando lo determine necesario para considerar los principios relativos a factores humanos descritos en la presente Circular.

2. Principios relativos a factores humanos.

2.1. Disposiciones Generales.

2.1.1. Conceptos básicos.

a) El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema aeronáutico, pero es también la más vulnerable a influencias que pueden afectar negativamente su comportamiento. Un error atribuido a los seres humanos en el sistema puede haberse producido por características del diseño, o haber sido alentado por un adiestramiento inadecuado, procedimientos mal

concebidos o por una concepción o disposición general deficiente de las listas de verificación o de los manuales.

- b) Los factores humanos, al igual que la mayoría de las actividades consecuentes, son una materia multidisciplinaria, se extrae información, por ejemplo, de la psicología para comprender cómo tramitan la información y toman decisiones las personas. De esta forma, de la psicología y la fisiología se obtiene una comprensión de los procedimientos sensorios como medios para detectar y transmitir información sobre el mundo a nuestro alrededor, así mismo de la biomecánica, y la antropometría para determinar las distancias y disposición de los mandos en cabina, de la biología y la cronobiología, para comprender la naturaleza de los ritmos del organismo y del sueño, entre otros, además, es necesario emplear la estadística para la evaluación de los resultados.
- c) Los factores humanos se refieren a las personas en sus situaciones de vida y de trabajo; a su relación con los demás, con las máquinas, con los procedimientos y con los ambientes que los rodean. En la aviación, los factores humanos involucran una serie de consideraciones personales, médicas y biológicas, para llegar a operaciones óptimas en el manejo y mantenimiento de aeronaves y en el control de tránsito aéreo.

2.1.2. La Ergonomía:

Es el estudio de la eficiencia de las personas en sus ambientes de trabajo, sin embargo, en esta Circular, el término ergonomía se emplea en un contexto amplio, como sinónimo de la expresión "factores humanos", e incluye, por lo tanto, el rendimiento y el comportamiento humanos.

2.1.3. La documentación técnica.

Las deficiencias en la documentación repercuten en la seguridad aérea, por lo que los siguientes aspectos básicos deberán ser considerados en la elaboración de la documentación técnica:

- a) El lenguaje escrito, que entraña no sólo el vocabulario y la gramática, sino también la forma en que se utilizan;
- b) La tipografía, incluso la forma de las letras y, su impresión, así como la disposición del texto, tienen una repercusión importante sobre la comprensión de los textos escritos;
- c) El uso de diagramas fotográficos, cartas o tablas en vez de textos descriptivos es ventajoso para facilitar la comprensión y mantener el interés. El uso de colores en las ilustraciones reduce el esfuerzo de discernimiento y tiene un efecto motivador;
- d) Debe considerarse el ambiente de trabajo en el cual se utilizará el documento, cuando se determina el tamaño de los caracteres y de la página, tal como luz, por ejemplo. En el caso de un plano de aeropuerto muy pequeño, este puede inducir a errores durante el rodaje.

2.1.3.1. Por lo anterior, los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos y prestadores de servicios relacionados con las operaciones aéreas, deberán tomar las acciones necesarias para que la fuente de información, de cualquier clase para el personal técnico aeronáutico, limite la posibilidad de cometer errores conforme a lo descrito en la presente sección.

2.1.4. Instrucción.

2.1.4.1. Instrucción Operacional.

- a) La capacitación y el adiestramiento se consideran aquí como dos aspectos diferentes en el proceso de la enseñanza. La capacitación abarca un conjunto general de conocimientos, valores, actitudes y pericias, necesarios como antecedentes con base en los cuales puede adquirirse posteriormente la capacidad para trabajos más específicos. El adiestramiento es un procedimiento encaminado a desarrollar pericias, conocimientos o actitudes específicos para

- un trabajo o tarea. No puede llevarse a cabo un adiestramiento apropiado y efectivo a menos que la capacitación previa haya establecido las bases para desarrollar dichas pericias, conocimientos o actitudes.
- b) La pericia es un patrón organizado y coordinado de actividad física, psicomotriz, social, lingüística e intelectual. La enseñanza es una pericia por derecho propio, y el poseer una pericia en una actividad específica no indica necesariamente la capacidad para enseñar dicha actividad a los demás.
 - c) La interpretación mencionada en el inciso b) anterior, deberá considerarse en la selección de instructores de vuelo, de mantenimiento, de control de tránsito aéreo o cualquier otra persona relacionada con una actividad docente.
 - d) Las pericias, el conocimiento o las actitudes adquiridos en una situación dada pueden utilizarse a menudo en otras. Esto se conoce como transferencia positiva. La transferencia negativa se produce cuando el aprendizaje anterior interfiere con el nuevo. Es importante identificar los elementos del adiestramiento que pueden ser causa de transferencia negativa, dado que en condiciones de estrés puede volverse a aplicar métodos anteriormente aprendidos, que pudieran resultar no adecuados.
 - e) El aprendizaje es un procedimiento interno y el adiestramiento es el control de dicho proceso.
 - f) Se deberá evaluar el éxito o fracaso del adiestramiento con base en los cambios en el desempeño o el comportamiento producidos por el aprendizaje. Dado que el aprendizaje es una realización del estudiante y no del maestro, el estudiante debe ser un participante activo y no pasivo.
 - g) La memoria es importante para el aprendizaje, la memoria a corto plazo (MCP) se refiere al acopio de información que se almacenará y olvidará rápidamente, mientras que la memoria a largo plazo (MLP) permite el almacenamiento de información por largos períodos de tiempo. La MCP se limita a unos pocos elementos de información durante unos pocos segundos.
 - h) Mediante la repetición, la información se transfiere a la MLP. Aun cuando la MLP posee una gran capacidad y presenta menos problemas de almacenaje, ciertamente hay problemas de recuperación, como lo demuestran las dificultades que plantea a los testigos el recordar sucesos pasados.
 - i) Hay varios factores que pueden interferir con el éxito de un programa de instrucción, algunos obvios, como la enfermedad, la fatiga o la incomodidad; otros como la ansiedad, la escasa motivación, la instrucción deficiente, un instructor inadecuado, técnicas de aprendizaje incorrectas o la comunicación insuficiente; por lo que se deberán tomar en cuenta adecuadamente éstos y buscar su reducción o desaparición.

2.1.4.2 La instrucción en factores humanos.

La instrucción en factores humanos se refiere a aquellas esferas del conocimiento o pericia que no se incluyen en los programas de instrucción técnica. Los conceptos mencionados en esta Circular deberán considerarse en los programas de capacitación a ser impartidos al personal técnico aeronáutico en general y a aquellas personas directamente relacionadas con las operaciones aéreas y deberán contener como mínimo, la impartición de los siguientes temas.

1.- El Error Humano:

- a) Los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos y prestadores de servicios relacionados con las operaciones aéreas, deberán tener presente que por grandes que sean las determinaciones y los esfuerzos para impedirlo, el error humano tendrá un efecto sobre el sistema. Ninguna persona, ya sea personal de vuelo, técnico en mantenimiento, oficial de operaciones de aeronaves, controlador de tránsito aéreo, meteorólogo aeronáutico, puede desempeñarse perfectamente en todo momento.

- b) Por lo mencionado en el inciso a) anterior, se deberán tomar las acciones necesarias, con base en lo establecido en la presente Circular, para manejar los errores humanos. Existen conceptos básicos correspondientes a la naturaleza del error humano: los orígenes de los errores pueden ser fundamentalmente diferentes; las consecuencias de errores similares también pueden ser muy diferentes. Aunque algunos errores se deben al descuido, la negligencia o la falta de criterio, otros pueden producirse debido a defectos de diseño del instrumental o ser resultado de la reacción normal de una persona ante una situación concreta. Es probable que esta última clase de error se repita y se deberá prever que así ocurra.
- c) El manejo de los errores humanos exige dos enfoques diferentes.
 - 1) En primer lugar, es necesario evitar el que se cometan errores, asegurándose de que el personal posea elevados niveles de competencia, diseñando los controles de modo que se ajusten a las características humanas, suministrando listas de verificación, procedimientos, manuales, mapas, cartas, entre otros, y reduciendo el ruido, la vibración, los extremos de temperatura y otras condiciones causantes de estrés. Se deben instrumentar programas de instrucción que tengan por objeto aumentar el trabajo en equipo y la comunicación entre el personal que den como resultado reducir el número de errores.
 - 2) El segundo medio para manejar los errores humanos es mitigar las consecuencias (de los errores restantes mediante la supervisión mutua), el diseño de equipos que permitan enmendar los errores y los equipos que pueden supervisar o suplantar el desempeño humano contribuyen también a limitar los errores o sus consecuencias.
- d) Los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos y prestadores de servicios relacionados con las operaciones aéreas deberán tomar las acciones necesarias para el manejo de los errores humanos mediante alguno o la combinación de los dos enfoques descritos en el inciso c) anterior.

II.- El liderazgo

- a) Un líder es una persona cuyas ideas y acciones influyen sobre el pensamiento y el comportamiento de los demás. Mediante el uso del ejemplo y la persuasión, así como una comprensión de las metas y deseos del grupo, el líder se convierte en un instrumento de cambio y de influencia.
- b) Es importante establecer la diferencia entre el liderazgo que se adquiere, y la autoridad, que se asigna. Existe una situación óptima cuando ambas se combinan. El liderazgo entraña un trabajo en equipo, y la calidad de un líder depende del éxito en su relación con el equipo. La pericia de liderazgo deberá desarrollarse para todos mediante una instrucción apropiada; esa instrucción es esencial, por ejemplo, en la operación de aeronaves en las que los miembros menos experimentados de la tripulación se ven obligados a veces a asumir funciones de liderazgo durante el desempeño normal de sus obligaciones. Esto puede ocurrir cuando el copiloto debe relevar a un capitán ausente o incapacitado, o cuando un sobrecargo de menor jerarquía debe controlar a los pasajeros en un sector de la cabina.
- c) Los choques de personalidad y actitud dentro del personal de vuelo, en una sala de control de tránsito aéreo o en cualquier área de desempeño en la aviación, complican la tarea de un líder y pueden influir tanto en la seguridad como en la eficiencia, por lo que el mismo personal técnico aeronáutico y personal involucrado deberá, bajo una adecuada dirección, resolver diversas situaciones, mediante una adecuada resolución de conflictos.

III.- La Actitud.

- a) Los rasgos de personalidad y las actitudes ejercen influencia en la forma en que el ser humano se conduce en la vida diaria, en casa y en el trabajo. Los rasgos de

personalidad son innatos o se adquieren durante las primeras etapas de la vida. Son características arraigadas que definen a una persona, y son muy estables y resistentes al cambio. Rasgos tales como la agresividad, la ambición y el carácter dominante pueden considerarse reflejos de la personalidad.

- b) Las actitudes son tendencias o predisposiciones adquiridas y duraderas, más o menos previsibles, para responder favorable o desfavorablemente ante personas, organizaciones, decisiones, entre otras. La actitud es una predisposición a responder en cierta forma; la respuesta es el comportamiento propiamente dicho. Se puede decir, que las actitudes nos proporcionan una especie de organización cognoscitiva del mundo en el cual vivimos, permitiéndonos tomar decisiones rápidas acerca de qué debemos hacer cuando confrontamos ciertas situaciones.
- c) Debido a que una disminución en la seguridad aérea, puede ser el resultado de un comportamiento inadecuado de alguna persona, que tiene la capacidad de desempeñarse eficientemente y sin embargo no lo hace así, se deduce que las actitudes y el comportamiento tienen un papel importante en la seguridad. Esto indica que el permisionario, concesionario, operador aéreo y los prestadores de servicios relacionados con las operaciones aéreas, deberán establecer métodos a través de los cuales se investiguen las características de personalidad deseables e indeseables en el personal técnico aeronáutico. Así mismo deberán de sentar las bases para influir en el mayor grado posible sobre las actitudes mediante el adiestramiento.
- d) Asimismo, y de acuerdo a lo descrito anteriormente, no es un objetivo real esperar que se logre un cambio de personalidad mediante la instrucción ordinaria ni mediante el entrenamiento, por lo que se deberá, durante la admisión y selección de personal técnico aeronáutico tomar las medidas apropiadas ya que ese es el momento oportuno. En cambio, las actitudes son más susceptibles de modificarse a través de la instrucción.
- e) La eficacia de la instrucción depende de la firmeza de la actitud o actitudes que se deben modificar. Con este fin, por ejemplo, será de gran beneficio buscar el desarrollo de programas destinados a mejorar los procedimientos de toma de decisiones del personal identificando los esquemas de pensamiento inseguros o peligrosos.
- f) Modificar las actitudes o los patrones de comportamiento mediante la persuasión, tal como la publicación y distribución de boletines a la tripulación y los avisos y anuncios al personal también tiene una influencia directa para la seguridad y la eficiencia, por lo que se deberá tener en consideración.

IV.- La Comunicación.

- a) Una comunicación efectiva, que comprende toda transferencia de información, es indispensable para las operaciones seguras. Los mensajes pueden ser transmitidos oralmente, por escrito, mediante diversos símbolos y representaciones gráficas, entre otros.
- b) Existen varios riesgos que reducen la calidad de las comunicaciones, los cuales se deberán identificar de manera que se evite incurrir en los mismos:
 - i) Las fallas durante el proceso de transmisión (por ejemplo, cuando los mensajes son confusos o ambiguos, o por problemas de idioma);
 - ii) Las dificultades provocadas por el medio de transmisión (por ejemplo, los ruidos de fondo o la distorsión de la información);
 - iii) Las fallas durante la recepción (por ejemplo, cuando se espera recibir otro mensaje, cuando se interpreta mal el mensaje, o incluso cuando se desestima);
 - iv) Las fallas debidas a la interferencia entre los niveles racional y emocional de la comunicación (por ejemplo, discusiones); y

- v) Los problemas físicos al escuchar o al hablar (por ejemplo, cuando se experimentan trastornos auditivos).
- c) La tarea de la instrucción en factores humanos consiste en evitar los errores en la comunicación. Esta tarea comprende la explicación de los problemas comunes de comunicación y el refuerzo de una norma lingüística, para garantizar la transmisión sin errores de un mensaje y su interpretación correcta.

V.- La motivación.

- a) La motivación refleja la diferencia entre lo que una persona puede hacer y lo que realmente hará y es lo que impulsa o induce a una persona a comportarse de una manera determinada. Por supuesto, cada persona es diferente y está impulsada por diversas fuerzas motivadoras. Aun cuando la selección, la instrucción y la verificación aseguran la capacidad para ejecutar una tarea, es la motivación lo que determina si una persona hará tal cosa en una situación dada.
- b) Existe una relación entre la expectativa y la recompensa como motivadores, dado que la utilidad de una recompensa y la probabilidad subjetiva de lograrla determinan el nivel de esfuerzo que se aplicará para conseguir la recompensa. Este esfuerzo debe estar acompañado de las habilidades y pericias apropiadas. Es importante que los buenos ejecutantes, se den cuenta de que se encuentran en mejor posición que los malos ejecutantes para lograr una recompensa, ya que de no ser así la motivación puede verse reducida. La satisfacción en el trabajo motiva a las personas para superar su rendimiento.
- c) El modificar el comportamiento y el rendimiento, puede realizarse mediante recompensas, sanciones o castigos. Aun cuando la recompensa puede ser más eficaz para mejorar el rendimiento, ambas circunstancias deben encontrarse a disposición de quién este al mando. Sin embargo, debido a que cabe esperar diferentes reacciones de diferentes personas, debe tenerse cuidado de no producir un efecto contrario al que se desea.

VI.- Toma de Decisiones.

- a) Antes de que una persona pueda reaccionar ante una información, primero debe sentirla; allí hay una posibilidad de error, ya que los sistemas sensoriales funcionan dentro de una estrecha gama. Una vez captada la información, ésta se dirige al cerebro, órgano en el cual es procesada, sacándose luego una conclusión acerca de la naturaleza y significado del mensaje recibido. Esta actividad interpretativa se denomina percepción y es terreno fértil para cometer errores. La expectativa, la experiencia, la actitud, la motivación y la excitación tienen una clara influencia en la percepción, y todas ellas constituyen posibles fuentes de errores.
- b) Después de haberse sacado conclusiones acerca del significado de un mensaje, comienza la toma de decisiones. Muchos factores pueden conducir a decisiones erróneas: la instrucción o la experiencia anterior; consideraciones emocionales o comerciales; la fatiga, la medicación, la motivación y trastornos físicos o psicológicos. La adopción o no adopción de medidas sigue a la decisión. Esta es la etapa con potencial para cometer errores dado que, si el equipo está diseñado en forma tal que pueda hacerse funcionar incorrectamente, tarde o temprano así se hará. Una vez tomadas las medidas, comienza a trabajar un mecanismo de retroalimentación. Las deficiencias en este mecanismo también pueden ocasionar errores.

VII.- Trabajo en Equipo.

- a) Sinergia: La acción combinada de recursos separados tiene un efecto total más grande que la suma de los efectos individuales de cada recurso, cuando dichos recursos son aprovechados y asimilados por cada uno de los miembros de la tripulación o del equipo de trabajo, obtenemos más que la suma de cada recurso individual.

- b) Características de un equipo positivo: Tiene claramente definido los papeles y las responsabilidades de cada miembro y está en control de eventos y personas, además de conservar una distancia emocional calculada, en otras palabras, es capaz de separar los negocios y asuntos de trabajo de los problemas personales.

VIII.- Conciencia Situacional.

- a) La percepción objetiva y clara de los factores que afectan a la aeronave y a la tripulación, incluyendo el conocimiento de lo que ha ocurrido en el pasado, lo que está pasando ahora, y cómo es que tales eventos pueden afectar lo que pueda suceder en el futuro.
- b) Simplemente despertar ante nuestra realidad, conocer que está sucediendo a nuestro alrededor y ubicarnos en ese contexto.
- c) La adquisición de una buena conciencia situacional se puede lograr entre otras cosas con capacitaciones, adiestramientos, experiencias, vivencias, planificación, preparación, proyección de objetivos, vigilancia o monitoreo del progreso, retroalimentación y humildad.

IX.- Desempeño ante la carga de trabajo.

- a) Puede ser que no siempre tengamos un control total sobre toda la carga de trabajo, pero podemos reconocer sus efectos y tomar algunas acciones. Cada individuo tiene un diferente nivel de carga óptima de trabajo, variable según las tareas por realizar.
- b) Atender las cargas de trabajo por orden de prioridad:
 - 1) Crítica: que requiere atención inmediata para evitar una catástrofe;
 - 2) Importante: Un trabajo que necesita respuesta tan pronto como sea posible de otra forma se convertirá en una prioridad crítica; y
 - 3) Rutinaria: Un trabajo que se encuentra en las labores normales, pero si no se atiende podría convertirse en importante.

X.- Violaciones a las Normas, Políticas, Reglamentación y Manuales.

- a) Salidas inadvertidas: En ocasiones existen violaciones a lo establecido y que de alguna manera son por falta de atención, por falta de memoria, por actitud o por estrés.
- b) Salidas a propósito: Estas son en un alto porcentaje causadas por algunas trampas mentales tales como: "estas son unas reglas tontas" o "son imprudentes" o "no aplican para mí", esto se hace a menudo sin pensar en las consecuencias posibles o sin pensar en alguna razón básica por la que existe la regla.
- c) La presencia de violaciones sugiere procedimientos pobres, un débil liderazgo y/o una cultura de incumplimiento a la reglamentación.

2.1.5. Modelos Conceptuales.

Los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos y prestadores de servicios relacionados con las operaciones aéreas, deberán evaluar desde el punto de vista de alguno de los modelos conceptuales existentes aceptables para la Autoridad Aeronáutica, sus sistemas de trabajo en relación con el factor humano de los mismos. Algunos de los modelos conceptuales existentes aceptables para la autoridad aeronáutica, son los que se mencionan en el numeral 4.3. 4.4. y 4.5. de la presente Circular.

3. Los factores humanos de acuerdo a sus áreas de influencia.

3.1. A pesar de que el estudio de los factores humanos tradicionalmente ha sido basado en la investigación sobre los comportamientos de la tripulación de vuelo, y que el desarrollo de sus conceptos fundamentales fueron bajo esta consideración, sus efectos cobran igual de importancia en las distintas áreas que componen las operaciones aéreas y que a continuación se mencionan, por lo que para efectos de esta

Circular, su estudio se desarrollará de manera más particular en cada una de ellas, como se establece en el Apéndice Informativo "A" de la presente Circular.

3.2. Los concesionarios, permisionarios, operadores aéreos y prestadores de servicios, relacionados con cada una de las áreas de influencia, deberán evaluar sus sistemas de trabajo de acuerdo a la actividad desempeñada, tomando en consideración al menos, lo establecido en el Apéndice "A" Informativo de la presente Circular, así como tomar las acciones para reducir efectivamente los factores que puedan causar efectos adversos en el desempeño del factor humano.

3.3. Las áreas de influencia se dividen en:

3.3.1. Operaciones. Los elementos humanos principales son el personal de vuelo y el oficial de operaciones;

3.3.2. Meteorología. Cuyo elemento humano principal es el meteorólogo aeronáutico.

3.3.3. Control de Tránsito Aéreo. Cuyo elemento humano principal es el Controlador de Tránsito Aéreo; y

3.3.4. Mantenimiento e inspección de las aeronaves. Cuyo elemento humano principal es el técnico en mantenimiento.

4. Sanciones. Las transgresiones a la presente circular obligatoria serán sancionadas en los términos de la Ley de Aviación Civil, sus respectivos reglamentos y demás disposiciones jurídicas aplicables.

5. Lo no contemplado en la presente Circular Obligatoria, será resuelto por la autoridad aeronáutica.

6. Bibliografía.

6.1. Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Chicago Estados Unidos de América, 1944.

6.2. Anexo 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), partes I, II y III.

6.3. Manual de instrucción sobre Factores Humanos, (Documento 9683) de OACI.

6.4. Los factores humanos en las operaciones de seguridad de la aviación civil, (Documento 9808) de OACI.

6.5. Circulares números 216, 217, 227, 234, 238, 241, y 253 "Compendio sobre Factores Humanos". de OACI.

7. Fecha de efectividad.

La presente Circular Obligatoria entrará en vigor a partir del 01 de septiembre de 2020, y estará vigente indefinidamente a menos que sea revisado o cancelado.

**ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL DE LA
AGENCIA FEDERAL DE AVIACIÓN CIVIL**

LIC. RODRICO VÁSQUEZ COLMENARES GUZMÁN

Ciudad de México a 17 de agosto de 2020

APÉNDICE "A" INFORMATIVO LOS FACTORES HUMANOS DE ACUERDO A SUS ÁREAS DE INFLUENCIA.

A.1. Factores humanos en el área de operaciones.

La necesidad del estudio de los factores humanos en el área de operaciones se basa en su repercusión sobre dos amplias esferas, que se encuentran tan estrechamente interrelacionadas que en muchos casos sus influencias se superponen, de modo que los factores que afectan a una pueden afectar también a la otra. Dichas esferas son: La eficacia del sistema, la cual comprende la seguridad y la eficiencia y el bienestar de los tripulantes.

A1.1. La eficacia del sistema.

A.1.1.1. La seguridad.

- a) La mejor forma de ilustrar los efectos de una falta de aplicación apropiada de los factores humanos sobre la seguridad es mediante ejemplos de accidentes. A continuación, se describen tres ejemplos de accidentes, en los cuales ciertos aspectos relativos a los factores humanos resultan pertinentes:
- 1) En 1982, un B-737 se estrelló después de despegar, en condiciones de engelamiento, en Washington. Lecturas erróneas del empuje de los motores (superiores a las reales), y la falta de firmeza del copiloto al comunicar su preocupación y sus comentarios acerca del rendimiento de la aeronave durante el despegue, figuraron entre los factores citados (NTSB/AAR 82-08).
 - 2) El informe sobre el accidente de un A-300 en 1983, en Kuala Lumpur, sugiere que la diversa disposición general del tablero de instrumentos entre las aeronaves de la flota había afectado negativamente el rendimiento de la tripulación (la aeronave había sido arrendada sin tripulación) (Informe sobre accidentes No. 2/83, Malasia).
 - 3) En 1987, un MD-80 se estrelló durante el despegue en Detroit. Los pilotos no habían hecho el reglaje de flaps (aletas), violando así procedimientos normales de operación. Por razones no determinadas, la alarma de configuración de despegue no sonó. (NTSB/AAR 88-05)

A.1.1.2. La eficiencia.

- a) La necesidad de que se apliquen los factores humanos no se limita a la seguridad del vuelo. También la eficiencia se ve radicalmente afectada por la aplicación o no de conocimientos sobre los factores humanos. Por ejemplo, el descuido de ciertos factores humanos en las operaciones de vuelo es causa de rendimiento imperfecto en el desempeño de las tareas.
- b) Puede considerarse que la motivación refleja la diferencia entre lo que una persona puede hacer y lo que realmente hará; las personas motivadas se desempeñan con mayor eficacia que aquellas que no lo están. El error humano y sus consecuencias en la aviación pueden controlarse mediante la tecnología sobre factores humanos, mejorando así la eficacia.
- c) La disposición general apropiada de pantallas y controles en el puesto de pilotaje fomenta y mejora la eficacia. Los miembros de la tripulación de vuelo que reciban el adiestramiento apropiado y una supervisión idónea se desempeñarán más eficazmente. Desde el punto de vista de la eficiencia, los procedimientos normalizados de operación que se han elaborado a fin de suministrar los métodos más eficaces para las operaciones deben considerarse como un medio de medir el comportamiento de los tripulantes.
- d) La aplicación de principios de interacción de grupo refuerza la posición de mando del capitán, cuya función de líder es esencial a la integración del grupo, para obtener así un rendimiento más eficiente. La relación entre la tripulación

de sobrecargos y los pasajeros también es importante. Los miembros de la tripulación de sobrecargos deben ser capaces de comprender el comportamiento de los pasajeros y las emociones con que se pueden encontrar a bordo, y también deben saber cómo encarar las situaciones emocionales.

A.1.2. El Bienestar de los Miembros del personal de vuelo.

Tres de los muchos factores que pueden influir sobre el bienestar de los miembros del personal de vuelo. Estos son: La fatiga, la perturbación de los ritmos del organismo y la falta o perturbación del sueño. Estos se explicarán brevemente a continuación. Asimismo, entre otros factores que afectan el bienestar fisiológico y psicológico cabe citar la temperatura, el ruido, la humedad, la luz, la vibración, el diseño del puesto de trabajo y la comodidad de los asientos.

A.1.2.1. La fatiga.

- a) La fatiga puede considerarse como una condición que refleja un descanso insuficiente, así como una serie de síntomas relacionados con el desplazamiento o la alteración de los ritmos biológicos. Existen tres tipos de fatiga: La fatiga aguda, la fatiga crónica y la fatiga mental.
- 1) Fatiga aguda. Es producida por largos períodos de servicio o por una sucesión de tareas muy exigentes realizadas en un corto lapso.
 - 2) Fatiga crónica. Es producida por los efectos acumulativos de la fatiga a largo plazo.
 - 3) Fatiga mental. Puede ser resultado de un estrés emocional, aún con un descanso físico normal.

Al igual que la alteración de los ritmos del organismo, la fatiga puede conducir a situaciones potencialmente peligrosas y a un deterioro de la eficiencia y el bienestar. La hipoxia y el ruido son factores contribuyentes.

A.1.2.2. La perturbación de los ritmos del organismo.

- a) El ritmo del cuerpo más comúnmente reconocido es el circadiano o ritmo de las 24 horas, que guarda relación con el tiempo de rotación de la tierra. Este ciclo se mantiene por intervención de varios elementos: los más poderosos son la luz y la oscuridad, pero las comidas y las actividades físicas y sociales también ejercen influencia en el funcionamiento de los sistemas orgánicos. La seguridad, la eficiencia y el bienestar se ven afectados por la alteración del patrón de los ritmos biológicos, típica de los vuelos actuales a largas distancias. El impacto de la disritmia circadiana no sólo tiene repercusión sobre los vuelos transmeridianos sobre largas distancias, el personal de vuelo de servicios de corta distancia (transporte de correo y de carga por ejemplo), que efectúan sus vuelos en horarios irregulares o nocturnos, pueden ver reducido su rendimiento debido a la disritmia circadiana.
- b) Desincrosis o desfase ("jet lag") son los términos utilizados para describir la alteración o desincronización de los ritmos del organismo, y se refieren a la falta de bienestar que se experimenta después de viajes aéreos transmeridianos sobre largas distancias. Los síntomas incluyen la perturbación del sueño y trastornos en los hábitos de alimentación y evacuación, así como languidez, ansiedad, irritabilidad y depresión. Además, hay también una repercusión en los tiempos de reacción y de toma de decisiones, pérdidas de la memoria o recuerdos imprecisos con respecto a hechos recientes, errores de comparación y una tendencia a aceptar normas inferiores de rendimiento operativo.

A.1.2.3. Falta o perturbación del sueño.

- a) Los síntomas que se reconocen más comúnmente en relación con los vuelos a larga distancia resultan de la alteración del ritmo normal del sueño, que en algunos casos entraña la pérdida total del sueño. Los adultos suelen dormir un solo período prolongado por día; una vez establecido ese patrón se convierte en un ritmo natural del cerebro, aun cuando se imponga una vigilia prolongada.

Pueden apreciarse grandes diferencias entre las personas con respecto a su capacidad para dormir desfasados con sus ritmos biológicos. La tolerancia a las alteraciones del sueño varía de un tripulante a otro y puede atribuirse esencialmente a la química del cuerpo y, en algunos casos, a factores de estrés emocional.

- b) El uso de drogas, alcohol o sedantes para alterar las condiciones del sueño suele ser inapropiado, ya que tienen efectos negativos sobre el comportamiento durante su efecto o cierto lapso después de ingerirlos.
- c) El sueño tiene una función restauradora y es indispensable para el funcionamiento mental. La falta y la perturbación del sueño pueden reducir el estado de alerta y la atención. Cuando se reconoce este fenómeno, el estado de alerta y la atención puede restaurarse, por lo menos parcialmente, mediante la aplicación de un esfuerzo adicional. La repercusión de ese fenómeno para la seguridad es obvia.
- d) La solución del problema que constituye la perturbación o falta de sueño incluye cualquiera de las siguientes acciones o una combinación de estas:
 - 1) Establecer los horarios de servicio del personal de vuelo, considerando debidamente los ritmos circadianos y la fatiga resultantes de la falta y trastorno del sueño.
 - 2) Adaptar la dieta comprendiendo la importancia de las horas de comida y adoptar otras medidas en relación con la luz / oscuridad, los horarios de descanso / actividad y la interacción social.
 - 3) Reconocer el efecto negativo a largo plazo de las drogas (incluso de la cafeína y el alcohol).
 - 4) Hacer lo más propicio posible el ambiente para dormir.
 - 5) Aprender técnicas de relajamiento.

A.1.2.4. La salud y el rendimiento.

Ciertas condiciones patológicas malestares gastrointestinales, ataques cardíacos, entre otros, causan repentinamente la incapacitación de pilotos y en algunos casos contribuyen a disminuir la seguridad operacional. Aunque la incapacitación total suele ser detectada rápidamente por otros miembros de la tripulación, una disminución de la capacidad o incapacitación parcial producidas por la fatiga, el estrés, el sueño, trastornos de los ritmos, el uso de medicamentos, ciertas dolencias menores tales como la hipoglucemia u otras pueden pasar inadvertidas, aún para la propia persona afectada.

A.1.2.5. El estrés.

- a) El estrés puede encontrarse en muchas ocupaciones, y el ambiente aeronáutico es especialmente rico en factores potenciales de tensión. Es de especial interés el efecto del estrés en el comportamiento. En años anteriores, los factores de tensión psíquica eran provocados por el medio ambiente; el ruido, la vibración, la temperatura, la humedad, las fuerzas de aceleración, entre otras, y eran de carácter esencialmente fisiológico, sin embargo en la actualidad y motivo de los adelantos tecnológicos en la aviación, algunos de ellos han sido sustituidos por nuevas fuentes de estrés: los períodos irregulares de trabajo y de descanso y la correspondiente alteración de los ritmos circadianos en los vuelos de larga distancia, irregulares o nocturnos.
- b) El estrés se relaciona también con hechos de la vida, tales como la circunstancia familiar y con situaciones como los exámenes médicos periódicos por revalidación de licencia, así como con situaciones de trabajo, particularmente cuando la labor mental es muy elevada, como durante el despegue, el aterrizaje o una emergencia en vuelo. Además, se debe considerar que cada persona responde en forma diferente al estrés.

A.1.3. Las aplicaciones de los factores humanos en las operaciones de vuelo.

A.1.3.1. La disposición general del puesto de pilotaje.

- a) Para fines de diseño, el puesto de pilotaje debe considerarse como un sistema, y no como un conjunto de aspectos o sistemas específicos, tales como el hidráulico, el eléctrico o el de presurización. Deben aplicarse conocimientos expertos para ajustar las características de dichos sistemas a las del ser humano, con la debida consideración al trabajo que ha de ejecutarse. Es importante el ajuste debido de las zonas de trabajo a las dimensiones y características humanas; por ejemplo, el tamaño, la forma y los movimientos del cuerpo suministran datos que deben ser considerados para asegurarse de que haya suficiente visibilidad en el puesto de pilotaje y que la ubicación y diseño de los controles y pantallas, así como el diseño de los asientos, sean apropiados.
- b) Los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos, deberán considerar la importancia de normalizar la disposición general del tablero de instrumentos dentro de su flota, ya que una variación en un tablero de un grupo de aeronaves puede provocar el retroceso involuntario a métodos de operación apropiados para una aeronave en la cual se había volado anteriormente, repercutiendo sobre la seguridad. Las consideraciones en cuanto al diseño de los asientos incluyen los controles para regularlos, los apoya cabezas, los cojines y tapizados, el soporte lumbar, el soporte de muslos, entre otros.
- c) La presentación se refiere al medio de presentar información directamente a quien opera la aeronave. Las presentaciones utilizan los sentidos visuales, auditivo o del tacto. La transferencia de información de la pantalla de un instrumento al cerebro exige que se filtre, almacene y procese la información, requisito que puede causar problemas. Esta es una consideración de importancia que se tiene que tomar en cuenta en la concepción de las presentaciones en el puesto de pilotaje. La información debe presentarse en forma tal que facilite la tarea de procesarla, no sólo en circunstancias normales, sino también cuando el desempeño se ve afectado por el estrés o la fatiga.
- d) Una consideración fundamental al proyectar la presentación es la de determinar cómo, en qué circunstancias y por quién será utilizada. Otras consideraciones incluyen las características de las presentaciones visuales y de las señales auditivas; los requisitos de iluminación; la selección de alternativas analógicas o digitales; las LCD (presentaciones de cristal líquido) y los CRT (tubos de rayos catódicos); el ángulo en el cual ha de verse la presentación y su correspondiente paralaje; la distancia de visión, y la posible ambigüedad de la información.
- e) Tres objetivos operacionales fundamentales se aplican al diseño de los sistemas de advertencia, de alerta y de asesoramiento:
 - 1) Deben poner en sobre aviso a la tripulación y atraer su atención;
 - 2) Deben notificar la naturaleza del problema; y
 - 3) Siempre que sea posible, dar orientación para las medidas correctivas apropiadas.
- f) La fiabilidad del sistema es vital, ya que se perdería la credibilidad si se representan frecuentemente falsas advertencias. En el caso de una falla técnica del sistema de presentación, no deberá presentarse al usuario información que no sea digna de confianza. Dicha información debe eliminarse de la vista o señalarse claramente.
- g) Un control es un medio de transmitir información o energía discreta o continua del operador a algún dispositivo o sistema. Entre los dispositivos de control, existen los botones que hay que empujar, los conmutadores de palanca o rotativas, las palancas de retén, las perillas rotativas, las ruedecillas moleteadas, las palancas o manivelas pequeñas. El tipo de dispositivo que se utilizará depende de los requisitos funcionales y de la fuerza necesaria para su

manipulación. Las siguientes consideraciones deben ser tomadas en cuenta para el emplazamiento de los controles:

- 1) Su ubicación.
 - 2) La relación control-presentación (el movimiento de control correspondiente al del elemento móvil de la presentación conexas).
 - 3) La dirección del movimiento del control con relación a la presentación.
 - 4) La resistencia del control.
 - 5) La codificación de los controles por su forma, tamaño, color, rotulación y ubicación.
 - 6) La protección contra su activación inadvertida.
- h)** La aplicación de la automatización a las presentaciones y controles de la cabina de la tripulación de vuelo puede crear complacencia y exceso de confianza en los sistemas automáticos, lo cual se ha sugerido como factores causantes de accidentes e incidentes. Si se tratan debidamente los asuntos relacionados con los factores humanos (por ejemplo: el rendimiento limitado del ser humano como supervisor y sus efectos sobre la motivación), puede haber una justificación para introducir la automatización. Esa podría contribuir a mejorar el rendimiento de las aeronaves y los sistemas y la eficiencia general de su explotación. También podría aliviar a la tripulación de ciertas tareas, a fin de reducir la carga de trabajo en las fases del vuelo en las que se llega al límite de aceptabilidad para las operaciones.

A.1.3.2. La disposición general de la cabina.

- a)** Las consideraciones sobre los factores humanos relativas al diseño de la cabina incluyen aspectos relativos al espacio de trabajo y a la disposición general, así como también información sobre el comportamiento y el desempeño humanos.
- b)** El tamaño y forma del ser humano deben ser tomados como factor principal a ser considerado para el diseño del equipo de la cabina, lavabos, cocinas, carritos para la comida y compartimientos arriba de los asientos para el equipaje de mano); para la concepción del equipo de emergencia (chalecos salvavidas, balsas salvavidas, salidas de emergencia, máscaras de oxígeno); para los asientos y accesorios (incluso los entretenimientos durante el vuelo); para los asientos plegables y los dispuestos en sentido contrario a la marcha. El conocimiento de la altura y el alcance del usuario determinan la ubicación de equipos y controles. En los compartimientos de carga debe proporcionarse acceso apropiado y espacio suficiente para trabajar. Las fuerzas humanas requeridas para hacer funcionar las puertas, escotillas y el equipo de carga deben ser realistas.
- c)** Se deberá dar atención en el caso del transporte de pasajeros, a aquellos con características especiales, los físicamente incapacitados, los ebrios y los aprensivos.

A.1.3.3. El ejercicio de la visión y los aspectos anticolisión.

- a)** Una comprensión adecuada de cómo funciona el sistema visual ayuda a determinar las condiciones óptimas de trabajo. En esta esfera, son pertinentes las características y medición de la luz, la percepción de los colores, la fisiología de los ojos y la forma en que funciona el sistema visual. Igualmente, importantes son los factores relativos a la capacidad para detectar otras aeronaves a distancia, de día o de noche, o para identificar objetos externos en presencia de lluvia u otra contaminación en el parabrisas.
- b)** Las ilusiones visuales y la desorientación en las operaciones de vuelo pueden relacionarse directamente con la seguridad. Particularmente en las fases de aproximación, así como en la de despegue en estos casos, los factores que hay que considerar específicamente incluyen el terreno en declive, la anchura de la pista, la intensidad de la iluminación, el fenómeno del "agujero negro" (black

hole) y la falta de contextura de la pista. Un medio efectivo para reducir los riesgos correspondientes a las ilusiones visuales en las operaciones de vuelo consiste en reconocer, merced a la instrucción, que las ilusiones visuales son un fenómeno natural. Así mismo mediante la instrucción deberán proveerse las bases que ayuden a comprender que las circunstancias en las que se producen son a menudo previsibles. La familiarización con el uso de fuentes adicionales de información para complementar las referencias visuales (radar, presentaciones de actitud, radio-altímetros, VASIS, entre otros) es la medida más eficaz de protección contra la desorientación y las ilusiones. Se deberá hacer lo posible por reducir, el riesgo proveniente de las ilusiones considerando incluso, el empleo de diseños tales como un vidrio para el parabrisas de alta calidad óptica, visibilidad adecuada, guía de posición a la altura de los ojos, una protección efectiva del parabrisas contra la lluvia y el hielo, entre otros.

A.1.3.4. La Coordinación entre los tripulantes.

- a) La coordinación entre los tripulantes es la ventaja del trabajo en equipo con respecto a un conjunto de personas muy calificadas. Sus beneficios más destacados son:
 - 1) Aumento de la seguridad, merced a la redundancia para detectar y solucionar errores individuales.
 - 2) Un aumento de la eficiencia por el empleo organizado de todos los recursos existentes, que enriquece la gestión durante el vuelo.
- b) Las variables básicas para determinar el grado de coordinación entre los tripulantes son las actitudes, la motivación y el entrenamiento de los miembros del equipo. Especialmente bajo condiciones de estrés (físico, emocional o gerencial), existe un alto riesgo de que la coordinación entre los tripulantes se desintegre. Las consecuencias son una reducción de la comunicación (intercambio marginal o nulo de información), un aumento de los errores (por ejemplo, decisiones equivocadas) y una menor probabilidad de corregir las desviaciones con respecto a los procedimientos normales de operación o a la trayectoria de vuelo deseada. Además, pueden producirse conflictos emocionales en el puesto de pilotaje.
- c) Los altos riesgos vinculados con la quiebra de la comunicación entre los tripulantes hacen necesaria la instrucción en materia de gestión de recursos de la tripulación, de acuerdo a lo descrito en la presente Circular. Este tipo de instrucción debe asegurar que:
 - 1) La tripulación de vuelo tenga la máxima capacidad para la tarea primordial de conducir la aeronave y adoptar decisiones;
 - 2) La carga de trabajo esté equitativamente distribuida entre los miembros de la tripulación de vuelo, a fin de evitar todo recargo excesivo para determinada persona; y
 - 3) Se mantendrá una colaboración coordinada, tanto en condiciones normales como anormales, que comprenda el intercambio de información, el apoyo de los colegas tripulantes y la supervisión mutua del cumplimiento de las partes.

A.2. Los factores humanos en el control de tránsito aéreo.

A.2.1. Los factores humanos dentro de los sistemas.

A.2.1.1. El sistema ATC es un gran sistema ser humano máquina cuya finalidad es mantener la afluencia del tránsito aéreo de modo que sea seguro, ordenado y ágil y en el cual los seres humanos interactúan con las máquinas para ejecutar las funciones del sistema, pero habitualmente, los seres humanos no tienen todas iguales tareas, trabajo, equipo ni funciones aun cuando puedan tener una formación de características similares.

A.2.1.2. Para el análisis de los factores humanos en el ATC, se deben tomar en cuenta los cambios que se producen en otras esferas, por ejemplo, la mayor demanda de servicios de tránsito aéreo o adelantos tecnológicos. El objetivo de los factores humanos en el ATC debe ser armonizar las capacidades y limitaciones humanas con las especificaciones y el diseño del sistema. Además, esta armonización del ser humano y el sistema debe considerarse como un proceso activo, cuya evolución puede entrañar cambios tanto para uno u otro como para ambos.

A.2.1.3. El concepto de factores humanos en el Control de Tránsito debe examinar los diversos modos en que el controlador y el sistema pueden afectar el uno al otro y debe tener como objetivo principal el revelar si la influencia principal sobre los eventos es ejercida por la estructura del sistema ATC o por las acciones de cada controlador.

A.2.1.4. El conocimiento de factores humanos se aplica al ATC para entender y cuantificar la interacción entre el sistema y el ser humano. Se utiliza para proporcionar orientación sobre la manera en que uno debe adaptarse al otro y propone el modo en que las necesidades humanas y el sistema, que pueden parecer diferentes, pueden, a pesar de esto, satisfacerse también, de manera que la eficiencia y la seguridad del ATC se optimicen sin causar perjuicios al controlador. Así pues, el conocimiento de factores humanos se aplica tanto a la influencia que ejerce el ser humano sobre el sistema como a la que ejerce el sistema sobre el ser humano.

A.2.2. El espacio de trabajo del controlador.

A.2.2.1. Aplicación de datos ergonómicos.

- a) Uno de los aspectos relevantes al que se debe aplicar el concepto de factores humanos en la esfera del ATC, es la aplicación de datos ergonómicos. La eficiencia con que se llevan a cabo las tareas depende de la especificación y diseño del espacio de trabajo y de la armonización de las exigencias del tránsito aéreo con el equipo y las instalaciones proporcionadas para controlarlo. El controlador interactúa con el sistema y controla el tránsito aéreo utilizando la interfaz ser humano máquina. El espacio de trabajo debe, por lo tanto, diseñarse de conformidad con principios ergonómicos correctos para satisfacer todos los requisitos del ATC.
- b) El espacio de trabajo incluye los aspectos del soporte lógico, equipo y medio ambiente, así como las consideraciones relativas al elemento humano. Si los espacios de trabajo existentes imponen limitaciones que puedan hacer imposible poner en práctica las indicaciones en materia de factores humanos, deberá adoptarse la mejor aproximación dentro de dichas limitaciones. No obstante, puede no haber ninguna solución satisfactoria en materia de factores humanos cuando las limitaciones son severas. Por ejemplo, si no hay suficiente espacio para dar cabida a todas las fichas de progreso del vuelo o si el resplandor oscurece las pantallas de información, estos problemas deben resolverse mediante cambios de sistemas más drásticos. Los problemas no se deben quedar sin resolver.

A.2.2.2. En el diseño y utilización de las instalaciones del ATC, deberán considerarse los siguientes elementos:

A.2.2.2.1. Edificios.

La aplicación más amplia de los principios ergonómicos a los espacios de trabajo ATC, debe ser en lo relacionado con el medio ambiente y concierne al edificio en el que se encuentran los espacios de trabajo, los cuales deberán estar diseñados a manera de responder a todas las necesidades obvias del trabajo, tal como aislamiento acústico. Así mismo, los servicios deberán estar cerca de los espacios de trabajo. La disposición del edificio deberá favorecer las operaciones de servicio y mantenimiento con un mínimo de interferencia en la labor del ATC. No deberá haber una gran diferencia entre la iluminación de las áreas de control y sus inmediaciones.

A.2.2.2.2. Disposición de la sala.

- a) La disposición de la sala debe dar cabida a todos los que trabajan en ella previéndose espacio amplio de trabajo para el personal laborando en el control, instrucción práctica y la evaluación sin que se cause molestia a los controladores o entre estos, así como para los puestos de reserva que se utilizan en caso de emergencia o cuando el equipo queda fuera de servicio. Siempre debe ser posible llegar al equipo de seguridad, pero éste nunca debe obstruir los accesos.
- b) La disposición de la sala debe ser diseñada de manera que sea propicia para llevar a cabo toda la gama de tareas, tanto las de control como las ajenas al control tal como limpieza durante las sesiones de trabajo, verificación, actualización y mantenimiento de equipos. El principio consiste en identificar de antemano todas las necesidades y diseñar entonces las disposiciones de las salas para satisfacerlas.

A.2.2.2.3. Salas.

- a) Los espacios de trabajo de los controladores estarán agrupados en salas, según las funciones y tareas. El diseño de las salas incluye características de medio ambiente, soporte lógico y equipo. Cada posición deberá contar con todas las facilidades necesarias para toda la gama de funciones del puesto, incluidas pantallas de información, dispositivos de entrada de datos y comunicaciones y estos deben cumplir con todos los requerimientos ergonómicos de alcance, distancia de visualización y accesibilidad.
Todas las instalaciones destinadas a ser compartidas por los controladores vecinos deben satisfacer los requisitos ergonómicos de ambos.
- b) Si se tiene previsto recibir visitantes en las salas, se deberá proyectar su disposición de manera que los visitantes puedan ver el trabajo y se les pueda explicar dicho trabajo sin provocar molestias.
- c) Toda pantalla grande mural de información destinada al uso general debe poder verse de manera clara y cómoda desde cada puesto de trabajo en el que sea necesario consultarla.
- d) Cuando la magnitud del tránsito aéreo varía mucho, según el período del día y del año, las facilidades de que dispone el ATC deberán prever lo necesarios para adaptarse a cambios importantes en los niveles de dotación de personal abriendo o cerrando puestos y dividiendo o reuniendo funciones.

A.2.2.2.4. Torres de Control.

- a) El medio ambiente de la torre de control de tránsito aéreo deberá permitir que todos los controladores vean, de manera clara, toda la información necesaria para sus funciones ya sea en plataforma o en pistas. La visión de un controlador no debe sufrir impedimento por otros controladores, ni por el equipo dentro de la torre, ni por montantes u otras características de la estructura de la torre ni por los edificios aeroportuarios.
- b) El espacio de trabajo de la torre debe proyectarse de manera que fomente la circulación de información, datos, y responsabilidades concernientes al control y seguimiento de vuelos, de manera fácil y sin ambigüedades. En cada transferencia, las fichas de progreso del vuelo deben colocarse en una posición designada de modo que no pueda haber error en su ubicación.

A.2.2.2.5. Perfil de la Consola.

- a) Como atributo del medio ambiente, el perfil debe satisfacer los requisitos ergonómicos para todos los tamaños de cuerpo de controladores y cuando sea necesario algunas superficies del perfil deberán ser ajustables, debiendo favorecer el empleo eficiente del equipo que contiene y del soporte lógico utilizado conjuntamente con el equipo. La superficie de cada pantalla principal deberá estar aproximadamente a un ángulo recto de la línea de visión normal del controlador cuando esté ocupado y a una distancia que permita una visión clara.

- b) Los mandos para todas las tareas deben estar dentro de la distancia recomendada de alcance para todas las personas de acuerdo a las variaciones que puedan existir y considerando la frecuencia con que se empleen, asignando algún apoyo al brazo o a la mano para los mandos utilizados más frecuentemente.

A.2.2.2.6. Antropometría.

La antropometría, deberá ser considerada para llevar a cabo distintos ajustes entre el elemento humano y el medio ambiente, por ejemplo, hacer el asiento del controlador ajustable para la gama predefinida aceptable de tamaños de cuerpo, dando un buen apoyo para la espalda y aportando la comodidad y confort apropiado para su utilización continua.

A.2.2.2.7. Disposición del equipo y responsabilidades.

- a) La disposición del equipo en el medio ambiente debe permitir dar cumplimiento a las responsabilidades dotando de las instalaciones necesarias para que se realice una supervisión eficaz. Las responsabilidades asignadas deberán considerar la provisión y la disposición del equipo de manera que estas puedan realmente cumplirse.
- b) El equipo de los espacios de trabajo deberá configurarse de manera de impedir distracciones, recalcar las actividades principales y minimizar la frecuencia y magnitud de grandes movimientos de la cabeza impuestos por el diseño de las tareas.

A.2.2.2.8. El Medio ambiente físico.

A.2.2.2.8.1. La decoración.

La instalación debe ser amplia para no dar la impresión de opresión, y el decorado deberá diseñarse como una entidad y sin arbitrariedad, a fin de proporcionar un medio ambiente visual óptimo. Las superficies deberán ser mate, no deberán ser brillantes, ni ponerse brillosas con el uso. Los colores de las paredes, pisos y muebles deberán ser de tonos claros, dado que los colores saturados pueden interactuar demasiado con los colores de las pantallas.

A.2.2.2.8.2. Iluminación.

- a) Uno de los aspectos más críticos a considerarse en la determinación del medio físico es la luz ambiente.
- En las torres de control de tránsito aéreo donde la iluminación ambiente varía desde la luz directa del sol a la iluminación artificial, todas las pantallas y mandos deben poder utilizarse y las labores de lectura y transferencia de información ejecutarse, sea cual sea la iluminación ambiente y deben ajustarse automática o manualmente de manera que no sean demasiado brillantes en las horas de oscuridad o demasiado apagadas bajo la luz brillante del sol.
- b) En los espacios de trabajo relacionados con el control de área o de aproximación, donde, o bien no hay ninguna visión exterior, o bien las ventanas están dotadas de cortinas, puede emplearse iluminación ambiente que es óptima para toda la gama de pantallas y mandos, y para otras necesidades tales como, por ejemplo, la lectura de impresos. Deberá especificarse en función de su espectro, intensidad y el tipo, la ubicación de los accesorios luminosos como un aspecto integrante del diseño del espacio de trabajo y al mismo tiempo a medida que se hacen las especificaciones de las pantallas y no después.
- c) Las torres de control deberán estar ubicadas de manera que los controladores, normalmente, no enfrenten al sol mientras están observando las pistas principales. Así mismo se debe prevenir el resplandor o los reflejos de toda fuente en el medio ambiente, ya sea construyendo torres en cabina de manera que el techo sobrepase el piso y que el ángulo de las ventanas de vidrio esté orientado hacia fuera, o mediante el empleo de algún revestimiento o filtro, en

el vidrio de las ventanas. La línea visual de los controladores no debe estar nunca comprometida por el resplandor.

- d) Debido a que el resplandor reduce el contraste y la facilidad de lectura de la información presentada en la pantalla, esto debe compensarse aumentando el brillo de la pantalla, revistiendo o filtrando las superficies de la pantalla o cambiando la tecnología de presentación visual empleada.
- e) Ocasionalmente puede ser necesario proporcionar iluminación adicional para determinadas pantallas o para reducir la iluminación localmente, a fin de mantener la visibilidad, especialmente de las pantallas de radar (sin embargo, esto no será necesario cuando el medio ambiente ATC haya sido diseñado de manera que toda la información presentada en las pantallas pueda verse con la iluminación ambiente predominante). Cuando el controlador recorra con la vista alrededor suyo el lugar en que se encuentra, el nivel general de iluminación de cada dirección deberá ser generalmente similar de modo que la observación no induzca cambios de importancia en la apertura de las pupilas.

A.2.2.2.8.3. Medio ambiente térmico.

- a) El medio ambiente térmico tiene que ver con la temperatura, la humedad y la corriente de aire. Los controladores de tránsito aéreo no se mueven demasiado y pueden por lo tanto clasificarse como sedentarios desde el punto de vista del confort térmico. La temperatura ambiente para el trabajo del ATC es recomendada estar dentro de los 21 a 25° C, sin embargo, se deberá considerar las temperaturas a las que están acostumbradas las personas y que aceptan como cómodas.
- b) **La humedad relativa deberá ser de aproximadamente 50% o levemente superior.**
- c) La otra determinante de la comodidad térmica es la circulación de aire. Se deberá buscar un régimen de movimiento del aire de aproximadamente 10 m por minuto que es apenas detectable y hace que el aire parezca fresco sin provocar corrientes. La circulación de aire no debe efectuarse mediante ventiladores ni otros dispositivos que puedan producir mucho ruido de fondo.

A.2.2.2.8.4. Ruido.

Se deberán evitar fuentes de altos niveles de ruido. No se recomiendan los altoparlantes y la ventilación debe ser silenciosa. Asimismo, la disposición del decorado tal como el alfombrado, los cielos rasos que absorben el sonido o las cortinas, deberán conducir a una buena atenuación para impedir el ruido de las aeronaves o de otras fuentes. El nivel de ruido externo debe ser tal, que todos los controladores puedan hablar entre ellos y con los pilotos sin alzar la voz, manteniendo un nivel general de sonido bajo.

A.2.2.2.9. Presentación Visual.

Los medios de presentación visual combinan todos los aspectos del modelo SHEL: la persona que observa (elemento humano), la iluminación (el ambiente), su apariencia física y adaptabilidad (equipo) y el contenido de su información (soporte lógico). Las pantallas deben elegirse en relación con las capacidades humanas de visión, tratamiento de la información y entendimiento.

A.2.2.2.9.1. Visión.

El contenido detallado de todos los elementos de presentación visual debe ser claro y visible y estar a una distancia adecuada para todo controlador que los necesite observar, a pesar de que el equipo sea anticuado y este destinado a su reemplazo y aun en las condiciones más adversas que puedan ocurrir.

A.2.2.2.9.2. Información de primer plano y de plano posterior.

Las pantallas electrónicas de ATC que presenten mediante diferentes planos, dos clases amplias de información, uno de fondo (ejemplo, aerovías, áreas restringidas, círculos de distancia) deberá estar presente, pero sin causar obstrucción a la del primer plano. La información dinámica de primer plano puede cambiar o moverse y buena parte de la misma, incluidas las leyendas, se refiere a una sola aeronave, por lo que la relación de contraste y de brillo entre los datos dinámicos y el fondo debería ser aproximadamente de 8:1.

A.2.2.2.9.3. Color.

Si se utilizan colores, en general deberán ser de tonos tenues y solo cuando haya necesidad de resaltar alguna información vital y temporal se emplearán dado que puede molestar visualmente; y evitando el color azul o aquellos que puedan producir problemas de aberración cromática. Para evitar confusiones, los colores elegidos deberán ser claramente diferentes uno de otro y deberán tener nombres obvios de manera que se pueda hacer referencia a cada color sin ambigüedad al pronunciar los nombres respectivos. Deberán siempre efectuarse pruebas respecto al daltonismo para asegurarse de que todos los controladores satisfacen las normas requeridas en materia de visión cromática.

A.2.2.2.9.4. Símbolos y caracteres alfanuméricos.

Deben ser de un tamaño y características tales que permitan una visión clara desde la distancia para la cual fue diseñada la pantalla para que sean vistos. El tamaño de los caracteres puede ser mayor para compensar las limitaciones de equipo anticuado o de las condiciones de visión adversas como, por ejemplo, una excesiva luz ambiente.

A.2.2.2.9.5. Otros Requisitos.

Debe ser siempre posible distinguir visualmente entre distintas formas presentadas y cada forma debe tener un nombre obvio que pueda especificarse claramente verbalmente. Deben reconocerse las limitaciones visuales humanas, por ejemplo, el color como codificación no es apropiado para áreas muy pequeñas pues puede resultar imposible discriminar pequeños símbolos entre sí en función de su color. La luz ambiente no debe ser de color, dado que puede cambiar la apariencia de los colores de las pantallas, y no debe ser de un brillo tal que deteriore la información presentada ni tan difusa que resulte difícil leer otras informaciones vitales como la que pueda haber sobre los impresos.

A.2.2.2.10. Dispositivos de entrada de datos.

La selección de los dispositivos de entrada de datos apropiados para la tarea, su disposición con relación a cada uno de los otros, y las pantallas correspondientes, así como el diseño detallado de cada uno, influyen de manera importante en la práctica que se puede adquirir, en la eficiencia y en la rapidez de su uso, en el desarrollo de la pericia y en las posibles clases de error humano que su utilización puede entrañar, por lo que deberá aplicarse a este elemento de trabajo del controlador las recomendaciones normales en materia de ergonomía o sea, entre otras cosas, la posición, el espacio, la sensibilidad, la retroacción y la apariencia visual de los dispositivos de entrada de datos, así como las distancias y la fuerza requeridas para servirse de ellos.

A.2.2.2.11. Condiciones mínimas aceptables.

Los espacios de trabajo del control de tránsito aéreo deben ser seguros y eficientes bajo las condiciones más desfavorables posibles. Por lo tanto, deben verificarse los espacios de trabajo y validarse para dichas condiciones y no para condiciones medianas u óptimas. Cada espacio de trabajo debe tener en cuenta la información a presentar, los tipos de control necesarios para cada tarea y su disposición con relación a uno y otro y a las pantallas y, por último, el diseño de los muebles. Esto exige una aplicación a fondo de pruebas constatadas del punto de vista ergonómico en lo que

atañe a la posición, disposición, separación y codificación de los mandos y de la información presentada.

A.2.2.2.12. Comunicaciones.

- a) Las instalaciones disponibles en materia de comunicaciones en el espacio de trabajo tienen que poder verse de manera muy fácil. Las instalaciones de comunicaciones deben formar parte integrante del espacio de trabajo y de manera que, cuando se está utilizando un canal de comunicaciones, dicha operación se pueda ver claramente y sin posibilidad de confusión. Deben proporcionar una indicación positiva de una transmisión satisfactoria.
- b) Debido a que el ATC debe proporcionar servicio a diferentes tipos de aeronaves cuyo equipo de comunicaciones de a bordo puede no ser similar los controladores deben entender cómo funcionan todos los equipos de información que se le puedan presentar y saber integrarlos. Si hay ayudas automatizadas para las comunicaciones el controlador debe saber cómo funcionan.
- c) Para evitar ambigüedades y posibles fuentes de error, el contenido, la estructura, los diálogos, el vocabulario y las secuencias de los mensajes ATC orales se deberán llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en los textos aprobados por la autoridad aeronáutica.
- d) Las aeronaves con distintivos similares dentro del mismo espacio aéreo pueden inevitablemente constituir una causa posible de error humano y tales circunstancias es mejor evitarlas en la planificación previa. Cada vez que las aeronaves tengan que volar en la misma área durante alguna etapa de vuelo, se les deberá asignar distintivos de llamada muy diferentes evitando la ambigüedad.
- e) Los controladores y pilotos deben contar con una buena disciplina en comunicación y que sea uniforme. Es importante hablar siempre despacio y claramente, especialmente cuando las comunicaciones sean en inglés. Puede ser causa de confusión para el controlador o para el piloto si partes del diálogo de una aeronave se entablan con diferentes miembros de la misma, por lo que se deberá evitar esta situación, así como las transmisiones donde se interrumpe el principio o el fin del mensaje.

A.2.2.2.13. Competencia de los controladores.

- a) Debido a que el ATC lleva a cabo muchas tareas diferentes mediante la misma información o con distintas selecciones de la información presentada, las especificaciones de las presentaciones visuales, mandos y espacio de trabajo deberán ser apropiados para todas las tareas en que se emplearán y no solamente para algunas de ellas. Por consiguiente, pueden no ser óptimas para alguna función en particular, pero deben ser eficientes y seguras para todas ellas.
- b) El controlador debe poder planificar el control de tránsito aéreo, poner en ejecución los planes, tomar decisiones, resolver problemas y formular previsiones. Para realizar las tareas de control esenciales el controlador debe entender la información presentada cualquiera que sea la forma que adopte. El controlador debe recordar las formas de asistencia disponibles y saber cuándo es apropiado invocarlas. El controlador debe conocer la correcta serie de medidas en todas circunstancias.
- c) Lo establecido en la presente Circular, debe emplearse para determinar los procesos del pensamiento que el controlador debe seguir y los efectos de los cambios de equipo sobre los mismos. De ser necesario, el equipo o los procedimientos deben ser modificados para asegurarse de que estos procesos del pensamiento no cambien demasiado ni muy rápido. Siempre que estos procesos del pensamiento deban cambiar es indispensable volver a entrenar al

controlador. Esto entraña a menudo la revisión de los enlaces elemento humano soporte lógico (L-S).

- d) Si los cambios son relativamente menores, la finalidad de volver a entrenar puede ser transferir lo que ya se sabe. Si los procedimientos de control anteriores fuesen totalmente inapropiados en el nuevo contexto, uno de los objetivos de la vuelta a la instrucción, debe ser volver a aprender lo nuevo y eliminar toda analogía entre lo viejo y lo nuevo.

A.2.2.2.14. Clases de información.

- a) La información en el ATC se refiere principalmente al soporte lógico interpretado de acuerdo al modelo conceptual como la interfaz elemento humano máquina (equipo). El ATC obtiene información de diferentes fuentes que pueden variar según el tipo de ATC, sin embargo, en virtud de que en el sistema ATC es de vital importancia que el controlador esté pronto para hacerse cargo de una situación y mantener un servicio ATC seguro, por lo anterior, la información del controlador debe actualizarse continuamente y este debe mantener una comprensión total de la situación del tránsito.
- b) Los factores a ser considerados para constituir y mantener el conocimiento de la situación por parte del controlador son los siguientes:
- 1) Presentación de la información oportuna.
 - 2) Formatos, códigos y nivel de detalle de la información.
 - 3) Compatibilidad entre las diferentes fuentes de información de manera que puedan ser interpretadas correctamente en su conjunto.
 - 4) Presentación de las relaciones entre los diferentes tipos de información.
 - 5) Los tipos de error correspondientes a cada categoría de información, los medios de detectar y prevenir los errores sin consecuencias operacionales graves y los procedimientos apropiados para el controlador para hacerse cargo de errores menos graves;
 - 6) Grado apropiado de exactitud, precisión y fiabilidad de cada categoría de información y el suministro de los medios para transmitir esta clase de información correctamente a los controladores;
 - 7) Armonización de la cantidad de información y de su nivel de detalle con los requisitos de las tareas de manera que no sea ni excesiva ni demasiado escasa;
 - 8) Especificación y realización de la instrucción necesaria para utilizar, aplicar e interpretar la información correctamente;
 - 9) Procedimientos e instrucciones a seguirse y las condiciones bajo las cuales se hacen posibles u obligatorios otros procedimientos o instrucciones;
 - 10) Efectos en la interpretación o utilización de la información proporcionada debido a las diferencias individuales entre los controladores en materia de edad, experiencia, conocimientos, capacidad u otros factores.
- c) Se debe tomar en cuenta además que las decisiones en materia de espacio de trabajo y diseño predeterminan muchas de las clases de error humano que son posibles y que ocurrirán más tarde o más temprano. Esto se aplica especialmente a las decisiones relativas a las presentaciones visuales y codificaciones, a los tipos y sensibilidad de los dispositivos de control y entrada de datos, a la disposición del equipo en el espacio de trabajo, a los canales de comunicación y a los medios de activarlos, y a la relación percibida entre las presentaciones visuales y los dispositivos de entrada de datos.

A.2.3. Automatización en el control de tránsito aéreo.

A.2.3.1 Las consecuencias de la automatización de algunas funciones desde el punto de vista de los factores humanos son directas e inmediatas. Plantean problemas de relaciones ser humano máquina (L-H) que deben ser identificados y resueltos durante

el proceso de diseño del sistema, con una confirmación subsiguiente de que los objetivos operacionales de la automatización han sido alcanzados. Se refieren principalmente a la interfaz elemento humano soporte lógico (L-S).

A.2.3.2. La automatización puede ayudar a la eficiencia, mejorar la seguridad, ayudar a prevenir errores y aumentar la fiabilidad, sin embargo, el objetivo debe consistir en garantizar que este potencial se pueda lograr ajustando las ayudas automatizadas a la capacidad humana y mediante la adaptación mutua del ser humano y de la máquina para lograr las máximas ventajas que el uno y la otra posibilite. Según el tipo de tránsito (densidad de tránsito, tipo de aeronave) y el equipo terrestre (medios de comunicación y navegación) pueden elaborarse diferentes tipos de medios para lograr estas metas:

- a) Herramientas que proporcionen información adicional sin introducir cambios mayores en los métodos de trabajo, por ejemplo, una red de TV;
- b) Automatización parcial o total de las tareas no especializadas existentes, por ejemplo, la transmisión de datos de control a través del enlace de datos utilizando el radar secundario (SSR) para correlacionar una ficha de progreso de vuelo de papel y la respuesta radar que presenta la identidad de la aeronave cerca de la respuesta;
- c) Medios que proporcionen información que provoquen un cambio radical en los métodos de trabajo, por ejemplo, radar o vigilancia dependiente automática (ADS);
- d) Automatización de las tareas especializadas, utilizando sistemas especializados o medios que pueden calcular y pasar a través de trayectorias libres de conflicto dentro de un sistema integrado, por ejemplo, la planificación de la afluencia del tránsito, la resolución de conflictos o el establecimiento de la secuencia de tránsito dentro del área terminal.

A.2.3.3. Limitaciones.

- a) Las funciones humanas dentro del sistema ATC deben describirse claramente. Deben superarse diversas limitaciones que incluyen lo siguiente:
 - 1) Debe mantenerse el nivel de competencia humana. Aun los sistemas altamente fiables pueden fallar y el sistema debe seguir siendo seguro, aunque no necesariamente eficiente, en la eventualidad de una falla. El controlador debería seguir siendo capaz de ocuparse del tránsito sin ayuda de la máquina aun si esto entraña una carga de trabajo muy elevada y cuando menos hasta que las aeronaves presentes en el sector hayan aterrizado o dejado el área de responsabilidad, de ser necesario sin las relaciones normales piloto controlador.
Cuando sea posible que las funciones automatizadas vuelvan a las funciones humanas en la eventualidad de una falla, también debe ser posible, mientras el sistema está funcionando manualmente, restaurar las funciones automatizadas cuando la falla ha sido subsanada.
 - 2) La imagen mental del controlador respecto al tránsito deberá mantenerse. Esta imagen puede volverse menos detallada y más vaga si el controlador participa cada vez menos activamente en los procesos de control y no necesita disponer de un entendimiento tan detallado del tránsito aéreo para controlarlo.
 - 3) La carga de trabajo debe mantenerse dentro de un umbral de valores mínimo y máximo. Demasiado poco trabajo hace aparecer el aburrimiento, la inatención y la pérdida de la pericia. Por encima del umbral, la sobrecarga puede hacer que el controlador no pueda garantizar más la seguridad. Se debe considerar que, aunque no hay todavía un medio para cuantificarlo, la automatización puede entrañar, en ciertas condiciones, tareas adicionales que crean un recargo de trabajo.

- 4) Las diferentes clases de carga de trabajo no son equivalentes. El tiempo economizado reduciendo una clase de carga de trabajo no siempre puede aprovecharse en otra clase. Por ejemplo, la reducción de los requisitos para la entrada de datos no entraña necesariamente que se dispondrá de más tiempo para tomar decisiones, dado que algunas funciones que han sido automatizadas pueden necesitar verificación humana.
 - 5) La satisfacción que el ser humano siente por el trabajo realizado es un elemento que no debe faltar. Esto exige esfuerzo, el estímulo de las dificultades y el empleo de la competencia que se tiene. La automatización puede reducir mucho del esfuerzo necesario para ciertas tareas, así como la tensión que aportan al eliminar una parte del interés intrínseco del trabajo y el control percibido sobre ciertas funciones, por lo que se debe considerar la satisfacción que se siente por el trabajo realizado. Esto es de especial importancia en lo que atañe a la resolución de problemas, la toma de decisiones, las previsiones y la planificación.
 - 6) El controlador debe poder entender y confiar en el sistema automático. Este debe ser fiable o por lo menos el controlador debe saber cuándo puede no serlo. No deberá introducirse un medio que no sea fiable.
 - 7) La repartición de las tareas y la división de responsabilidades entre los controladores no debe entrañar ninguna ambigüedad por lo que se deberá hacer una planificación rigurosa y un diseño correcto del espacio de trabajo. Cada controlador debe saber siempre cuáles son las tareas que le compete efectuar manualmente, cuáles las que deben llevarse a cabo en su totalidad por el sistema automatizado, cuáles son las tareas que se llevan a cabo en su totalidad por los demás controladores con o sin el sistema automatizado y qué tareas se comparten con los demás controladores.
 - 8) No debe existir ninguna interferencia entre los procesos de decisión automatizados ni en las decisiones tomadas por el controlador. Debido a las características de la comunicación entre el elemento humano-máquina, la meta debe ser transmitir las intenciones del ser humano a la máquina de manera que la máquina pueda ayudar al ser humano a darles cumplimiento y no al contrario.
- b) Nunca se deben elaborar sistemas primero y tratar de idear después la manera de que el ser humano los utilice. Por lo que la participación de los controladores será necesaria durante todo el transcurso de la elaboración de los sistemas, desde sus especificaciones iniciales hasta que se llega a la etapa operacional. Así mismo, no es necesario (incluso puede ser peligroso) presentar demasiada información, como puede suceder siempre con sistemas sumamente automatizados. La finalidad es presentar información oportuna y congruente cuando se le necesite.

A.2.3.4. La aplicación de la automatización.

- a) Se debe considerar que las formas más apropiadas de relación ser humano máquina dependen del tipo de tarea que se automatiza y especialmente de la interacción entre las funciones de planificación y ejecución.
- b) Dado a que uno de los principales problemas del ATC es la integración de diferentes clases de información de diferentes fuentes, tal como la escrita en las fichas de vuelo y la presentada en medios electrónicos, se debe procurar los mejores modos de integrarla y multiplicar las referencias de las dos clases de datos.
- c) La duplicación de tareas mediante la actualización de la información escrita a los medios de presentación ocasiona que esta se reconozca dos veces en dos formas diferentes, lo que puede ayudar a impedir errores que son típicos de una forma únicamente y puede ayudar también a reforzar la comprensión y la

memoria. Estas cuestiones tienen que considerarse de manera que cuando se evite la duplicación no se provoquen otros problemas.

A.2.3.5. Otras repercusiones de la automatización.

- a) En la operación del ATC se debe adoptar una filosofía que describa los diferentes papeles respectivos para el ser humano y la máquina en las tareas automatizadas. El controlador tiene la responsabilidad de validar las soluciones propuestas y elegir una de ellas o si ninguna parece correcta disponer y aplicar otra solución. Se pueden definir también para el controlador limitaciones adicionales que las soluciones por el sistema automatizado. En algunos casos el controlador puede delegar la aplicación de una solución a la máquina. En una función informativa la máquina nunca puede tomar una decisión sin el acuerdo del controlador.
- b) Las máquinas deben tener un grado de confiabilidad adecuado que sea del conocimiento del controlador de manera que este no albergue una confianza excesiva en ella o que no la utilice en absoluto.
- c) Debido a que la función informativa puede ser más apropiada para funciones de planificación el controlador que planifica debe tener en cuenta su capacidad para determinar situaciones que no han sido tomadas en cuenta por el instrumento y transmitidas a la máquina
- d) En otra función, el sistema puede reconocer clases de problemas que puede resolver en su totalidad lo que produce un desahogo de trabajo para el controlador, sin embargo, este deberá reconocer cuando las condiciones no sean de las características para ser resueltas por el sistema y debe estar presto para intervenir.

A.2.3.6. Funciones de Equipo.

- a) El sistema manual ATC debe estar sujeto a inspección y verificación; debe ser función de un supervisor o un colega ver todo lo que hace un controlador, formarse un juicio de su competencia, ayudar al controlador que esté sobrecargado y llamar la atención respecto a problemas que pueden haber quedado sin detectar.
- b) Sin embargo, debido a que algunas funciones resultan más difíciles cuando hay ayuda automatizada para la resolución de problemas, debido a que esas funciones son mucho menos observables inmediatamente por los demás, por lo que se deberán encontrar las formas adecuadas para llevar a cabo la supervisión independiente o confirmación.
- c) En los sistemas más automatizados, se deberá evaluar la viabilidad y desarrollo de las funciones tradicionales de equipo como, por ejemplo, la supervisión, la asistencia, la evaluación y la instrucción en el trabajo.
- d) Si la filosofía adoptada en el ATC consiste en aceptar decisiones de la computadora, habrá que encontrar otros medios para verificar si se han mantenido la competencia y los conocimientos profesionales del controlador. Pueden emplearse simulaciones ATC para satisfacer tales necesidades.

A.2.3.7. Normalización.

- a) Los mensajes orales y gráficos entre los controladores y pilotos deben poseer formatos, fraseología y secuencias normalizados de acuerdo con los lineamientos aprobados por la autoridad aeronáutica.
- b) En cuanto al control del tránsito aéreo, la normalización debe ser rígida y no introducir ninguna variante o simplificación dado que las mismas pueden dar lugar probablemente a nuevos tipos de equivocaciones o errores de interpretación por parte del elemento humano.

A.2.3.8. Interfaz ser humano máquina (L-H) y el error humano.

En las interfaces ser humano máquina y ser humano-ser humano, se debe tener por objetivo evitar los errores tales como los del habla causados a menudo por confusiones fonéticas (sonidos que son demasiado similares para distinguirse de manera fiable), errores ópticos y de lectura causados por caracteres alfanuméricos que parecen similares el uno al otro, líneas de datos que puedan confundirse, bloques de datos que parezcan similares, leyendas visuales para las teclas que den lugar a una impresión equivocada de sus funciones, etc.

A.2.4. Selección e instrucción de los controladores de tránsito aéreo.**A.2.4.1. Selección de los candidatos.**

- a) Para que el proceso de selección sea eficaz el número de candidatos debe exceder el número de vacantes por un margen considerable que permita el cumplimiento de las exigencias de selección que provocaran el rechazo de un gran margen de solicitudes. Es indispensable que haya un procedimiento imparcial de selección basado en los principios de los factores humanos.
- b) Se deberán analizar las funciones de ATC dentro de determinado contexto para establecer la pericia, capacidad y conocimiento necesarios para ejercerlas y el grado de elementos comunes en las mismas.
- c) Las diversas necesidades de los sistemas locales o características del ATC deben ser la base para señalar los atributos humanos apropiados; entre estos están comprendidos la magnitud y las características del tránsito, la naturaleza del terreno, las ayudas para la navegación aérea y otras, las relaciones geográficas ente naciones y los factores climáticos y meteorológicos.

A.2.4.2. Exámenes.

- a) Se deben utilizar análisis detallados de las tareas para determinar los atributos mensurables del desempeño humano que contribuyan al éxito. Una vez que se hayan definido los atributos humanos pertinentes, se deberá hacer pasar a los candidatos exámenes que evalúan dichos atributos. Los exámenes deberán ser normalizados y el puntaje de los resultados debe aplicarse según un método imparcial. Dado que todos los atributos evaluados mediante pruebas concretas pueden no ser igualmente importantes para el ATC es válido que algunos elementos del examen puedan ser más importantes que otros. Se deben planificar los exámenes de manera que, aunque algunos puedan servir para evaluar aspectos generales de los atributos necesarios y otros particulares.
- b) Algunas capacidades humanas que son de importancia medir son la inteligencia general, el razonamiento espacial, el razonamiento abstracto, el razonamiento aritmético, la participación en las tareas, la facilidad de palabra y la destreza manual. El método para medir las capacidades citadas, son los exámenes de personalidad, y aunque hay muchos de este tipo, se debe buscar el que de mejores resultados al objetivo que se persigue, ya que ninguna se puede considerar que en particular se aproxima a los niveles de predicción que será necesario para justificar una total confianza en su resultado.
- c) Se pueden utilizar los procedimientos de variación de los exámenes para sugerir la ponderación apropiada para cada examen a fin de maximizar el valor de predicción de toda la batería de exámenes.
- d) Algunos exámenes se realizan mediante medios automatizados por lo que en estas condiciones se debe vigilar que el desempeño de los candidatos en el transcurso de los mismos no disminuya debido a la falta de familiaridad con las interfaces "ser humano máquina" y con el diálogo con las computadoras.
- e) El proceso de selección no debe ser estático, sino que se debe transformar a medida que cambian las funciones, tareas y el equipo en el ATC.

A.2.4.3. Otros Datos a Considerar.

- a) Los procedimientos y datos que no se relacionan con los exámenes son también importantes en el proceso de selección. La edad, los antecedentes médicos, la vista, oído, estabilidad emocional y niveles de educación adquiridos deben ser considerados para poder ser un controlador. Incluso los requisitos básicos antropométricos forman parte del procedimiento de selección por lo que, puede ser imposible, por ejemplo, aceptar personas de estatura excepcionalmente alta o baja dentro del espacio de trabajo del ATC. De acuerdo con las necesidades del medio de trabajo, estos pueden no ser accesibles para diversas personas con impedimentos físico o con una dolencia médica con un pronóstico potencialmente desfavorable por lo que cuando esto ocurra no podrán ser seleccionados.
- b) La dependencia a los estupefacientes o al alcohol constituye habitualmente una condición de descalificación.
- c) Mediante una entrevista normalizada, estructurada y manifiestamente justa para todos los candidatos en su desarrollo y puntaje, se deberá confirmar si los candidatos pueden expresarse claramente cuando hablan, así como a revelar de qué manera cada candidato se armoniza con las demás personas, ambos tributos indispensables.

A.2.4.4. Instrucción.

El objetivo de la instrucción del controlador de tránsito aéreo debe ser garantizar que los controladores posean los conocimientos, pericia y experiencia necesarios para dar cumplimiento a sus obligaciones de manera segura y eficiente y para satisfacer las normas nacionales e internacionales relativas al ATC. El controlador debe poder entender y asignar prioridades a la información pertinente, planificar anticipadamente, tomar decisiones oportunas y apropiadas, ponerlas en ejecución y asegurarse de que se les da cumplimiento. La finalidad es hacer el mejor uso posible de la fuerza y capacidad humana y superar o evitar las limitaciones humanas o sus aspectos no adecuados, especialmente en lo que atañe a los conocimientos, pericia, tratamiento de la información, entendimiento, memoria y carga de trabajo.

A.2.4.5. Contenido de la instrucción y modo de impartirla.

- a) La instrucción se deberá dividir en series de cursos o fases. Las mismas comienzan con los principios y métodos básicos y avanzan al término satisfactorio de cada fase a aspectos más complejos del ATC. Cursos separados junto con evaluaciones imparciales proporcionarán referencias para determinar el avance de la instrucción y una forma de seguro de calidad aplicable a la instrucción.
- b) Se deberá deducir de las tareas previstas cuál debe ser el contenido de la instrucción y qué es lo que el controlador debe aprender. Por lo tanto, al introducir cambios en los sistemas por alguna razón, se deberá establecer cuáles son los nuevos conocimientos que el controlador debe adquirir.
- c) Pueden emplearse diversos métodos de enseñanza para la instrucción ATC, tal como la instrucción en aula la instrucción basada en una simulación en tiempo real y la instrucción en el trabajo para que el alumno practique determinados procedimientos y pericias mediante computadora.
- d) Ningún método de instrucción particular constituye un sustituto de la instrucción mediante alguno otro, por lo que una instrucción deberá estar equilibrada de en diferentes medios que estimulen los diferentes aspectos del conocimiento del controlador, tal como la confianza, pericia y aquellos que se determinen pertinentes.
- e) Los cursos de repaso y las verificaciones de la competencia deberán emplearse para asegurarse de que el controlador mantiene los conocimientos y pericia

profesionales que no se emplean frecuentemente de acuerdo a las características del sistema local.

- f) Se debe considerar que la eficiencia del aprendizaje depende de los métodos de enseñanza, de su contenido y de la presentación de los textos, atributos y motivación del alumno y si la instrucción es suministrada por una persona o una máquina. Depende también de que la instrucción sea teórica o práctica, general o específica.
- g) Un controlador competente necesita saber y entender lo siguiente:
 - 1) Cómo funciona un ATC.
 - 2) El sentido de toda la información presentada.
 - 3) Las tareas a llevarse a cabo.
 - 4) Las reglas, procedimientos e instrucciones aplicables.
 - 5) Las formas y métodos de comunicación dentro del sistema.
 - 6) Cómo y cuándo utilizar cada útil suministrado dentro del espacio de trabajo.
 - 7) Las consideraciones en materia de factores humanos aplicables al ATC.
 - 8) Los modos en que se acepta responsabilidad por una aeronave y se transfiere de un controlador al próximo.
 - 9) Los modos en que el trabajo de varios controladores se armoniza de manera que se apoyen mutuamente en vez de constituirse en obstáculos.
 - 10) Qué cambios o signos podrían indicar deterioraciones o fallas del sistema.
 - 11) Características de rendimiento de las aeronaves y maniobras preferidas.
 - 12) Otras influencias sobre el vuelo y las rutas como, por ejemplo, las condiciones meteorológicas, el espacio aéreo restringido, la atenuación del ruido, entre otras.

A.2.4.6. Aspectos de la instrucción.

- a) La instrucción deberá seguir los procedimientos y métodos descritos en materia de factores humanos, así como ser suficientemente flexible como para adaptarse a las necesidades de cada controlador. Deberá incorporar un entendimiento básico de los factores humanos de manera que los controladores tengan cierta intuición de sus propias capacidades y limitaciones, especialmente en lo que atañe a los posibles errores humanos.
- b) La instrucción debe también garantizar que el controlador puede hacer frente a la carga de trabajo necesaria para controlar el tránsito que se le ofrece. Los objetivos de la instrucción son enseñar al controlador cómo planificar el ATC y enfrentar de manera satisfactoria toda situación inesperada. Los importantes objetivos de la instrucción son inspirar una buena pericia, buenos conocimientos y hábitos y reforzarlos de manera que sean durables y se mantengan.
- c) Una parte importante de la instrucción debe ser romper las malas costumbres o prevenir que aparezcan. El controlador tiene que aprender a poner atención en circunstancias múltiples y nunca quedar totalmente absorbido por un solo problema.
- d) Es fundamental que el controlador esté capacitado y se sienta seguro para ocuparse de altos niveles de tránsito de manera que dichas tareas no resulten excesivamente absorbentes o pesadas. La instrucción deberá preparar asimismo al controlador para condiciones de carga escasa en que hay poco tránsito, pero en que a pesar de ello las posiciones de control deben seguir estando ocupadas y el controlador debe estar alerta y ser capaz de detectar cualquier hecho inesperado inmediatamente.

A.2.4.7. La instrucción y los cambios en los sistemas.

- a) Todo cambio que se haga en los sistemas ATC deberá estar asociado con un reentrenamiento apropiado antes de que el controlador deba hacer frente a los cambios mientras está controlando el tránsito aéreo real.
- b) Las cuestiones que hay que tener en cuenta en la instrucción de los controladores en materia de factores humanos deben incluir:
 - 1) Aprender y entender todas las normas, reglamentos, procedimientos, instrucciones, horarios, planificación y métodos pertinentes a una gestión eficaz del ATC; los procedimientos de enlace y coordinación con los colegas y pilotos; reconocer y prevenir el error humano; armonizar la máquina con el controlador de manera que se pueda observar, prevenir y subsanar todo error humano;
 - 2) La verificación de la marcha de la instrucción de cada alumno mediante evaluaciones imparciales que todos consideren equitativas;
 - 3) La identificación de los puntos menos fuertes de cada persona a fin de impartir instrucción adicional o experiencia práctica, así como de instrucción complementaria apropiada y apoyo para ayudar a superar dichos puntos menos fuertes y subsanar fallas y fuentes de error;
 - 4) La adquisición de los conocimientos en materia de actitudes y métodos profesionales en el ATC, que constituyen la indicación de la competencia profesional;
 - 5) La aceptación de las normas profesionales imperantes y la motivación personal de lograr siempre y superar dichas normas.
- c) La instrucción inicial se debe desarrollar sobre las bases del conocimiento de los principios y métodos del ATC; el reentrenamiento debe constar además de descartar lo aprendido previamente.

A.2.5. Atributos específicos del elemento humano.

A.2.5.1. Reconocimiento de su significado. Están constituidos en dos amplias categorías, según sus orígenes y el modo en que pueden cambiarse.

- a) Una categoría de atributos humanos se refiere a los efectos del ATC sobre los que trabajan en el mismo. Esta categoría abarca cuestiones en las que pueden influir los cambios de procedimientos, medio ambiente y condiciones del ATC. Comprende temas tales como la tensión, el tedio, la complacencia y el error humano que pueden considerarse como las causas que predisponen al controlador y lo influyen dentro del sistema ATC y que pueden por lo tanto cambiarse si se modifica el sistema.
- b) La segunda categoría se refiere a los atributos fundamentales y universales que son relativamente independientes de los aspectos concretos del ambiente ATC y a los cuales, por lo tanto, éste debe adaptarse. Esta categoría incluye las necesidades de las personas en el trabajo, las diferencias individuales, la competencia humana en determinadas tareas como, por ejemplo, la vigilancia y las características del tratamiento de la información por parte del ser humano, el pensamiento, la toma de decisiones y el recordar. El ATC no puede cambiar dichos atributos, pero debe adaptarlos utilizando sus aspectos ventajosos y evitando sus limitaciones. Es importante realizar al resolver los problemas de factores humanos que la dirección de las causas no es siempre la misma y que por lo tanto las soluciones más satisfactorias de determinados problemas pueden diferir en cuanto al tipo.
- c) En ambas categorías, el resultado práctico es un desajuste entre el sistema y el ser humano que puede tener que resolverse mediante cambios en uno o en ambas. La solución preferida depende de la categoría.

A.2.5.2. Las tensiones.

- a) Las tensiones constituyen principalmente un problema del elemento humano aun cuando cualquiera de las interfaces SHELL pueden ser pertinentes a las

- mismas. Pueden ser origen de tensiones las influencias del ambiente o las interfaces elemento humano elemento humano como, por ejemplo, las condiciones de empleo, las malas relaciones entre la gerencia y los controladores, el insuficiente aprecio de la pericia de los controladores, la imputación de culpa por fallas, las excesivas horas de trabajo la instrucción inadecuada, las esperanzas frustradas de carrera o el menosprecio público injustificado o debido a una mala información sobre el ATC.
- b) Otros dos factores pueden contribuir a la tensión. Uno es la labor por turnos, los cuales pueden perturbar los ciclos de sueño y afectar las relaciones domésticas y sociales. El otro es el estilo de vida moderno que parece inducir síntomas relacionados con la tensión en algunas personas casi independientemente de su trabajo. Un controlador con síntomas indicadores de tensión podrá ser retirado de las funciones activas. Es mucho mejor prevenirlos mediante un espacio de trabajo y una buena planificación de las tareas, unos horarios y estilos de trabajo considerados, una gerencia que apoya y entiende al personal y la preocupación por la salud y el bienestar de las personas.
 - c) Deberán examinarse las siguientes posibilidades. Si las demandas del ATC con respecto a determinado trabajo son excesivas para casi todos los que lo hacen, las demandas deben reducirse volviendo a planificarse las tareas y reasignando responsabilidades. Si las demandas del ATC con respecto a determinado trabajo han resultado excesivas para un controlador en particular, pero no para la mayoría de ellos, la persona debería ser transferida a un trabajo con menos exigencias.
 - d) Si las condiciones de empleo como, por ejemplo, las horas de trabajo o los períodos de trabajo descanso, más bien que el propio ATC imponen una tensión inevitable en cada controlador, la solución será ajustar las horas de trabajo, los turnos, la labor nocturna ocasional o regular.

A.2.5.3. Tedio.

- a) El tedio también constituye una cuestión relacionada con el elemento humano. El tedio puede ocurrir cuando hay poca actividad: la solución es proporcionar más trabajo. El tedio puede ocurrir cuando hay considerable actividad, pero se ha transformado en una rutina, exigiendo poco esfuerzo y estando desprovisto de estímulo e interés: el remedio es mantener una participación directa y activa en el trabajo.
El tedio tiende a aumentar a medida que aumente la pericia y la experiencia: el remedio es concebir las tareas con una jerarquía de pericia requerida, dado que las oportunidades de ejercer pericias de elevados niveles pueden ayudar a prevenir el tedio.
- b) La ejecución de tareas que exigen gran pericia no son inmunes al tedio, el desempeño especializado puede desarrollarse sin una atención estrecha, pero los intentos de aliviar el tedio en tales circunstancias pueden incidentalmente deteriorar la ejecución de las tareas que exigen la gran pericia.
- c) Al ser humano no le gusta sentir aburrimiento. El tiempo se arrastra y la persona puede inventar tareas, procedimientos o alternativas para hacer correr el tiempo más rápidamente: Esta situación es altamente nociva contra el interés fundamental en materia de eficiencia del ATC.
- d) Se debe considerar que factor de importancia, es el grado en que el ser humano es dirigido por el sistema, lo cual puede producir aburrimiento o tener cierto control sobre el mismo y puede ejercer iniciativas, en especial en lo que atañe a las demandas de la tarea y a la carga de trabajo. Muchas formas de asistencia automatizada en ATC pueden tener el efecto no previsto de aumentar el tedio.
- e) Las siguientes, son indicaciones que pueden prevenir o mitigar el tedio.

- 1) Permitir a los controladores tanta libertad como sea posible para controlar y programar su propia carga de trabajo.
- 2) Tratar de mantener los niveles de dotación de personal ajustados de manera que siempre haya suficiente labor especializada a llevar a cabo.
- 3) Diseñar los espacios de trabajo, el equipo y las tareas de manera que fomenten la jerarquía de pericias y proporcionar oportunidades para emplear dichas pericias;
- 4) Tratar de asegurarse de que las personas no estén solas en el trabajo, dado que el predominio y las consecuencias del tedio son a menudo menos graves estando en grupo que solo.

A.2.5.4. Confianza y complacencia.

- a) La confianza y la complacencia constituyen principalmente cuestiones del elemento humano. En un trabajo que exige rapidez en la resolución de los problemas y en la toma de decisiones, la confianza en las propias capacidades es fundamental. No hay lugar para las personas indecisas en el ATC. No obstante, se debe considerar que la confianza puede conducir al exceso de confianza y a la complacencia.
- b) Si un trabajo nunca pone a prueba las limitaciones del individuo toda dificultad puede parecer familiar y todo problema previsible: esto puede inducir a la complacencia. La complacencia puede reducirse en parte mediante niveles de trabajo elevados (aunque no excesivos), por el control de la programación de las tareas y por la instrucción y la evaluación de problemas difíciles y estimulantes.

A.2.5.5. Prevención de errores.

- a) Se deben hacer todos los esfuerzos posibles, en el diseño de los sistemas, espacio de trabajo, interfaces ser humano máquina, tareas y funciones, en la previsión de las demandas de las tareas; en el ajuste de la pericia y de los conocimientos con las funciones; y en la especificación de las condiciones de empleo, para asegurarse de que el controlador prestará atención a sus áreas correctamente y cometerá el menor número de errores posible. El éxito con el que se logre esto dependerá de las contribuciones adecuadas de los factores humanos durante las etapas formativas de la planificación y diseño de los sistemas.

De esta manera las fuentes potenciales de errores e inatención se detectan con suficiente anticipación como para eliminarlas. La mayoría de las clases de error humano posibles y que ocurrirán están determinadas por los aspectos del diseño del sistema (equipo, soporte lógico, medio ambiente), que es la razón por la cual su carácter general es a menudo previsible.

No obstante, las cuestiones relacionadas con el elemento humano habitualmente constituyen las causas principales de predisposición de cada error en particular. Se debe considerar que los seres humanos son falibles y los controladores de tránsito aéreo siguen siendo falibles y sujetos a error cualquiera sea el grado de experiencia y competencia que tengan.

Aun cuando se deberá hacer todo lo posible para prevenir el error humano, no se deberá plantear la seguridad del sistema ATC basándose en la suposición de que todo error humano puede prevenirse. Algunos errores ocurrirán y el sistema debe seguir siendo seguro cuando eso sucede, si se le diseña de manera que pueda tolerar errores.

- b) Para la prevención de la ocurrencia de errores se deberán analizar las tareas y las funciones, en función de las características de las presentaciones visuales, de los dispositivos de entrada de datos, de las comunicaciones y de la interfaz ser humano máquina, así como de los requisitos del ATC. De igual forma se debe contar una política en la que los demás controladores vigilen la ocurrencia de

errores, así mismo las maquinas deberán diseñarse en la medida de lo posible para que detecten los errores.

- c) En el medio ATC se debe buscar eliminar las fuentes de errores de acuerdo a lo siguiente: en la comunicación oral, en las confusiones fonéticas, las omisiones, la anticipación a lo que uno espera oír y el orden normalizado de las cuestiones, en la información tabular, el tomar por error una línea o bloque de datos en lugar de otros, y los caracteres y las formas insuficientemente diferentes que pueden identificarse erróneamente, las leyendas deficientes, el desajuste entre las presentaciones visuales y los mandos y los intervalos entre las acciones y la retro-información.
- d) Una solución para evitar la comisión de errores empieza con una clasificación de los errores que se basa en la evidencia general respecto a las características de los procesos de información y pensamiento humanos y formular distinción, respecto a errores de planificación o de ejecución, y de errores atribuibles a un conocimiento deficiente, a la aplicación de reglas equivocadas, o a fallas de atención.

Las clases de errores que pueden ocurrir en ATC pueden clasificarse según dichas distinciones, las cuales pueden entonces guiar la formulación de procedimientos apropiados para eliminarlos o prevenir sus consecuencias más graves.

A.2.5.6. Fatiga.

- a) Una importante cuestión relativa al elemento humano es la de los controladores que se van fatigando, debido a que cuando el cansancio es excesivo, la capacidad de las personas de juzgar sufre impedimentos y puede ponerse en riesgo la seguridad y eficiencia del servicio del ATC. Esto es inaceptable, tanto desde el punto de vista de la seguridad y del desempeño como del de la salud y bienestar en la ocupación.

Los controladores no deben cansarse en exceso debido a los horarios de trabajo prolongados o a las expensas no razonables de las tareas y, por lo tanto, la prevención de la fatiga de los controladores debe desempeñar un papel importante en las decisiones de la gerencia. Los remedios incluyen la repartición de las funciones, el ajuste de los niveles de dotación de personas, el acortamiento de los períodos de turno, el mejoramiento de los ciclos de trabajo y descanso, el suministro de instrucción adicional, el suministro de mayor asistencia computadorizada y la instalación de equipo moderno.

- b) Los niveles de dotación de trabajo deben entrañar la previsión de pausas de descanso adecuadas durante cada turno. El período máximo recomendado de trabajo continuo y sin pausa es normalmente de no más de dos horas, especialmente cuando la demanda del tránsito es muy elevada. El descanso deberá tomarse siempre lejos del medio ambiente del ATC. El controlador no debe asumir ninguna responsabilidad de ATC durante el período de descanso. Aun cuando las demandas del tránsito hayan sido suaves el controlador ha tenido menos trabajo y se ha aburrido, sigue necesitando las pausas para descanso. La actividad inferior no constituye nunca un sustitutivo satisfactorio para una pausa de descanso real.

- c) Es necesario proporcionar pausas para comidas dentro de los turnos. La duración máxima del turno depende de las demandas que plantea el tránsito, si el turno de trabajo incluye períodos de permanencia a la orden, pero sin trabajar realmente y de varios factores logísticos. Incluso con las pausas para el descanso y las comidas, no deberán exceder más de ocho horas continuas de trabajo a menos que el tránsito aéreo sea reducido o intermitente. Aunque se establezcan turnos más largos para poder disponer de períodos continuos más largos descanso a intervalos regulares es a menudo algo sumamente apreciado, pero

los turnos de trabajo no deben conducir a una severa fatiga debido a turnos excesivamente prolongados.

- d) Los turnos deberían alternarse más tarde, o sea, un turno matutino puede ser seguido de un turno vespertino el próximo día, pero un turno vespertino no debería ser seguido de un turno matutino al día siguiente. Debe considerarse la edad, ya que los controladores de más edad pueden fatigarse más fácilmente con el trabajo por turnos, especialmente si deben volver a cambiar los turnos después de una serie de días normales de trabajo. Aun cuando ninguna indicación es aplicable para todos los casos, se aconseja que, de ser necesario, a medida que aumenta su edad se reasigne a los controladores a funciones que sigan correspondiendo a sus capacidades.

A.2.5.7. Necesidades en el trabajo.

- a) Un atributo del elemento humano de importancia para el ATC es que el ser humano tiene necesidades específicas respecto al trabajo que son fundamentalmente diferentes de las de las máquinas. Una máquina puede tolerar una inactividad prolongada, pero no un ser humano. Una máquina puede emplearse indefinidamente en tareas de rutina, sin especialización, sin exigencias reiteradas, pero esto no es competente para un ser humano. Una máquina puede supervisar sin fatigarse excesivamente, aburrirse, distraerse o adormecerse, pero el ser humano no puede supervisar de manera eficiente durante largos períodos en que no suceda nada. Una máquina parece indiferente a otras máquinas mientras que el controlador busca la buena opinión y respeto de sus colegas y de los demás.
- b) Los controladores humanos tienen aspiraciones relacionadas con su trabajo y su carrera; necesitan poder planificar su futuro. Pueden desilusionarse si su carrera real o sus perspectivas de carrera son inferiores a sus aspiraciones aun cuando las mismas puedan no parecer realistas para los demás. Las funciones del ATC actualmente y en el futuro deberán reconocer las aspiraciones humanas en materia de satisfacción en cuanto al trabajo.

A.2.5.8. Actitudes.

- a) El desempeño puede sufrir la influencia de las condiciones de empleo, por la ética, los principios y las normas profesionales, por la moral del trabajo como miembro de un equipo profesional y por las actitudes de los controladores, todos estos aspectos del elemento humano. Los controladores adoptan actitudes con respecto a lo siguiente:
- 1) Al propio sistema ATC.
 - 2) A su profesión.
 - 3) A aquellos para quienes trabajan como, por ejemplo, la gerencia o los empleadores.
 - 4) A los que pueden influir en sus condiciones de empleo.
 - 5) A los colegas.
 - 6) A los pilotos.
 - 7) A los que diseñan sistemas e instalaciones de ATC.
 - 8) A los que efectúan el servicio y el mantenimiento del sistema.
 - 9) Al equipo y a las instalaciones que se les suministran.
- b) Las actitudes con respecto al equipo están influenciadas por su conveniencia para las tareas, por el grado en que son libres de errores y por su modernidad. A menudo se interpreta el suministro de equipo como un símbolo del valor e importancia que se acuerda al ATC.
- c) Algunas otras influencias afectan a toda la comunidad de ATC. Las mismas incluyen actitudes y relaciones con respecto a:
- 1) La comunidad ATC internacional.
 - 2) Las autoridades internacionales interesadas en las normas y métodos.

- 3) Otras profesiones con las que los controladores comparan la suya propia.
 - 4) La comunidad de la aviación.
 - 5) Los pasajeros.
 - 6) El público en general.
 - 7) Los que se encuentran en posiciones de poder e influencia.
 - 8) La prensa.
- d) Las actitudes de los controladores respecto a estas otras influencias dependen del modo en que consideran que apoyan al ATC o no. En lo posible, el área directiva del ATC deberá procurar fomentar actitudes favorables a los controladores del tránsito aéreo por parte de dichas influencias y viceversa. No es conveniente, por ejemplo, que se culpe al ATC de las demoras o dificultades de las que no es directamente responsable.

A.2.5.9. Funciones de los equipos.

- a) La mayoría de las formas de asistencia por computadora procuran ayudar en las tareas individuales más bien que en las tareas de equipo, las cuales dependen de las interfaces elemento humano elemento humano. Otra consecuencia de diversas formas de ayuda por computadora puede consistir en la reducción de los papeles y funciones relacionadas con el trabajo de equipo.

Esto comprende la capacidad de los supervisores, colegas u otros de observar, interpretar o determinar la conducción, el entendimiento y los procesos del ATC adoptados por los controladores individuales. Si ha habido una automatización amplia de las tareas puede ser más difícil para los controladores menos experimentados aprender y aprovechar del trabajo junto a colegas de gran experiencia y competencia. Los controladores pueden también ser menos capaces de observar el error de un colega.

Los efectos de dichos cambios pueden ser considerables y puede ser necesario volver a diseñar los espacios de trabajo y revisar los métodos de selección e instrucción para restablecer el ajuste óptimo del ser humano y de la máquina.

- b) La ayuda computarizada reduce la observación de las actividades de control por parte de los demás por lo que se hace más difícil juzgar el desempeño del controlador individual por las evaluaciones de la actitud en el trabajo, que se utilizan para las decisiones relativas a la evolución de la carrera, ascensos, reentrenamiento, asignación de tareas e instrucciones y procedimientos apropiados. La introducción de la ayuda computadorizada puede exigir una reevaluación de todos esos factores.

A.2.5.10. Diferencias individuales.

- a) Las amplias diferencias individuales entre las personas constituyen un aspecto del elemento humano que es de vital importancia para ser considerado en los procedimientos de selección. Dichas diferencias incluyen las de orden médico, físico, de capacidad, de aptitudes y tal vez de personalidad. Es de prever que un grupo de candidatos satisfactorios presentará menos diferencias que el grupo original de candidatos de entre los cuales fueron elegidos. Los procesos de instrucción procuran seguidamente reducir aún más las diferencias individuales restantes ente los seleccionados.

De esa manera la seguridad y la eficiencia del servicio del ATC no dependerán de manera importante de quiénes son los controladores que están de servicio en un momento dado.

- b) La selección e instrucción deben tener el efecto de reducir las diferencias individuales pero algunas diferencias subsisten y pueden ser muy benéficas. Pueden formar la base de la perspectiva de carrera, así como para asignar los controladores a diferentes funciones haciendo uso las mejores cualidades individuales y compensando las flaquezas, mientras que el método actual es el

de descontar las diferencias individuales y basarse en las cualidades humanas generales evitando las flaquezas.

Esta tendencia resulta de gran ayuda en circunstancias de escasez de candidatos disponibles y obliga a la selección de candidatos que inicialmente tienen capacidades potenciales y antecedentes más variados.

A.2.5.11. Una perspectiva de los factores humanos generales.

- a) El ATC debe tener en cuenta las capacidades básicas cognitivas de las personas, cómo piensan, cómo deciden, cómo entienden y cómo recuerdan. Las funciones y tareas deben proyectarse dentro de dichas capacidades y la instrucción debe idearse de manera que promuevan su desarrollo positivo.
- b) Las condiciones de empleo de los controladores varían. Existe la necesidad de examinar periódicamente y hacer recomendaciones respecto al total de horas de trabajo, la preparación de listas y horarios de turnos, y los períodos máximos permitidos de trabajo continuo sin descanso, tiempo extra, entre otros.
- c) El diseño del espacio de trabajo no debe dar lugar a ningún peligro para la salud vinculado con la ocupación como, por ejemplo, dificultades visuales o de posición durante la realización de las tareas del ATC. Debe existir siempre una disposición para la jubilación anticipada de los controladores por razones médicas.
- d) La aplicación de innovaciones tecnológicas del ATC como, por ejemplo, la información procedente de satélites, los enlaces de datos, la codificación por colores, la inteligencia artificial y la entrada directa de datos por vía oral deben evaluarse a fin de determinar su utilidad y sus formas óptimas en relación con el ATC.

Es necesario identificar todas las consecuencias de dichos cambios en lo que atañe a los factores humanos y resolver los problemas conexos no solamente en cuanto a las presentaciones visuales, el control, la integración, las interfaces, las comunicaciones, el entendimiento y la memoria sino también a las funciones de equipo, las actitudes, las normas y la ética.

A.3. Los factores humanos en el mantenimiento e inspección de las aeronaves.

A.3.1. El error humano en el mantenimiento e inspección de aeronaves.

- a) El error humano en la esfera del mantenimiento se manifiesta por lo general como una anomalía no intencionada (degradación o falla física en la aeronave) atribuible a las acciones u omisiones en la tarea del técnico de mantenimiento de aeronaves. El error humano en la esfera del mantenimiento, puede manifestarse de dos maneras básicas, a saber: un primer caso, en que el error humano da lugar a la anomalía específica en una aeronave, anomalía que no estaba presente cuando se empezó la tarea de mantenimiento, y un segundo caso, en que por error no se detecta una situación no deseada o insegura cuando se realizan las tareas de mantenimiento programadas o no programadas previstas para verificar si hay degradación en la aeronave, como ejemplo en este sentido podemos citar las fisuras estructurales que no son evidentes durante una inspección visual.

Se trata de errores que tal vez se deban a fallas latentes, es decir, formación deficiente, mala asignación de los recursos y herramientas de mantenimiento, presiones por causa del tiempo disponible y de los horarios entre otras. También dichos errores pueden deberse a un mal diseño de las herramientas desde el punto de vista de la ergonomía (lo que significa una interfaz L-H defectuosa), documentación o manuales incompletos (interfaz L-S defectuosa), entre otras causas.

- b) Las teorías existentes relacionadas con la psicología organizacional confirman que las organizaciones pueden evitar accidentes, pero también pueden ser causa de los mismos. Cuando se contemplan desde la perspectiva

organizacional, son obvias las limitaciones de la tecnología, de la formación o de la reglamentación a efectos de contrarrestar las deficiencias de la organización.

- c) Ningún accidente ocurre como resultado de un único elemento, por muy obvias que parezcan las causas. Casi siempre está presente una serie de fallas latentes, y el último error posible queda sin las defensas necesarias que podrían impedir el accidente. Así pues, es de todo punto de vista necesario que los factores causales de accidentes se examinen en el contexto organizacional para evitar que se repitan una y otra vez.

A.3.1.1. El Error humano en la esfera del mantenimiento.

- a) La característica esencial a ser considerada conforma el error humano en la esfera del mantenimiento, es que los errores de mantenimiento a menudo no se identifican en el momento de cometerse. En algunos casos, el técnico de mantenimiento que hace el error tal vez ni sabe que hubo una tarea desempeñada equivocadamente. La detección del error puede ocurrir varios días, e incluso meses o años, después de cometido el error.
- b) Los errores organizacionales o sistémicos ocurridos en los Talleres Aeronáuticos no se limitan a una organización o región, el comportamiento es similar en todos los organismos e individuos en cuestión
- c) Uno de los elementos básicos del sistema de la aviación son las personas que deciden (gerencia de alto nivel, órganos empresariales o normativos de las compañías), a quienes incumbe establecer los objetivos y administrar los recursos disponibles para alcanzar equilibradamente los dos fines que interesan claramente a la aviación, a saber: la aeronavegabilidad, y rentabilidad del transporte de pasajeros y carga.

A.3.2. Cuestiones de factores humanos que repercuten en el mantenimiento de las aeronaves.

A.3.2.1. Intercambio de información y comunicaciones.

- a) Las comunicaciones se deben considerar como uno de los factores más ponderables dentro de los factores humanos relativos al mantenimiento de las aeronaves. La comunicación se refiere a la entablada entre los gerentes de mantenimiento, los fabricantes, los despachadores, los pilotos, el público, el gobierno y otros interesados. En la esfera del mantenimiento hay un volumen de información enorme que debe prepararse, transmitirse, asimilarse, utilizarse y registrarse para que la flota conserve su capacidad de aeronavegabilidad.
- b) La información sobre el mantenimiento debe ser comprensible para quienes deban utilizarla. Los primeros interesados son los inspectores y técnicos que realizan el mantenimiento programado de las aeronaves y diagnostican y reparan los casos de mal funcionamiento. Los nuevos manuales, boletines de servicio, tarjetas de actualización de tareas y otras informaciones que hayan de emplear estas personas, deberán examinarse antes de ser distribuidas para cerciorarse de que se han comprendido bien y no existen malas interpretaciones.
- c) Dado que existe gran cantidad de información de mantenimiento que se prepara en el idioma inglés, se sugiere en general que se utilice un inglés simple. Hay que procurar que las palabras tengan el mismo significado para un lector que para otro.
- d) Las comunicaciones con el fabricante de aeronaves y entre las líneas aéreas, deben ser consideradas como un aspecto crucial. Si un concesionario, permisionario u operador aéreo descubre que existe un problema de mantenimiento de sus aeronaves capaz de provocar un peligro para la seguridad, dicho problema, deberá transmitirse inmediatamente al fabricante y a los demás concesionarios, permisionarios u operadores aéreos del mismo tipo de aeronave.

A.3.2.2. Instrucción.

- a) Se debe considerar que la mayoría de los técnicos que se reciben en los institutos de instrucción inicial no están perfectamente preparados para desempeñar las tareas de mantenimiento de acuerdo a los requerimientos del servicio de transporte aéreo. En consecuencia, los concesionarios y permisionarios, en su caso operadores aéreos y talleres aeronáuticos, deben impartir a su personal de mantenimiento la instrucción necesaria.
- b) La capacitación proporcionada deberá estar constituida por clases estructuradas según un programa adecuado y formación en el puesto de trabajo (OJT). Dentro del contexto OJT, un técnico más experimentado enseña un determinado procedimiento de mantenimiento a un aprendiz o persona menos experimentada.
- c) El personal de mantenimiento principiante debe asimilar la enseñanza y demostrar en la práctica que ha adquirido los conocimientos en cuestión en forma satisfactoria para quien se la ha impartido. El objetivo deberá ser que en el futuro desempeñará esa tarea con éxito y sin necesidad de supervisión. Sin embargo, se debe tomar en consideración que el técnico experimentado / instructor puede no ser un buen profesor o el entorno (debido a que se trabaja al aire libre o por la noche) tal vez no sea muy apropiado para el adiestramiento.
- d) También puede ocurrir que el estudiante no conozca suficientemente el sistema de que se trate para poder hacer preguntas sobre las dificultades que se le planteen, lo cual constituye uno de los elementos que determinarán si la formación ha tenido éxito o no. Otro de los problemas del adiestramiento a considerarse son ciertas tareas que resulta difícil aprender de una sola vez.
- e) La capacitación OJT deberá estar controlada y supervisada. Los instructores deberán recibir formación sobre los procedimientos de instrucción más apropiados que permitirán un aprendizaje óptimo. Los instructores en el puesto de trabajo deberán seleccionarse tanto por su pericia técnica como por su motivación e interés en formar a otras personas.
- f) Se deberá reconocer que un buen técnico no es necesariamente un buen instructor. Independientemente de su capacidad personal para efectuar una determinada tarea. Las consecuencias en la esfera de la seguridad son evidentes, por lo que no es preciso explicar más este punto. Los aprendices deberán recibir su formación gradualmente, capacitándoles por ejemplo primero en cuestiones de mantenimiento regular poco complicadas y después pasar a los problemas de mayor dificultad en forma progresiva, de manera que no se empiece inmediatamente con tareas de mantenimiento extremadamente difíciles.
- g) Habrá que conservar además los registros sobre el desempeño del programa OJT y proceder al adiestramiento de repaso siempre que sea necesario. La instrucción OJT deberá efectuarse según un programa y no debería basarse sólo en los casos de mal funcionamiento que aparezca en las aeronaves, los cuales no pueden preverse.
- h) Además, también es muy importante en la OJT que los/ instructores con formación académica hayan recibido la debida preparación antes de efectuar su labor. No basta simplemente con dar a un técnico experimentado el título de profesor y ponerle a dar clases.
- i) Además de ser un experto en la materia el instructor debe saber el modo de enseñar, es decir, presentar claramente la información, cómo preguntar a los estudiantes para saber si han entendido y aprendido, cómo determinar cuáles son los puntos dificultosos de comprensión y dar así las explicaciones de repaso adecuadas.

A.3.2.3. El técnico de mantenimiento de aeronaves.

- a) El mantenimiento de aeronaves se realiza frecuentemente de noche. Desde el punto de vista fisiológico y mental, estamos más alerta durante las horas del día y se prefiere en general descansar y dormir por la noche. Cuando las necesidades de trabajo cambian ese ritmo, se observa una disminución del desempeño en las tareas.
- b) Esto causa problemas en la esfera del mantenimiento de aeronaves, donde la seguridad está conectada muy crucialmente con el desempeño de los técnicos que deben trabajar sin errores. Los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos deberán examinar cuidadosamente las asignaciones de las tareas y comprobar cuáles son las repercusiones en los técnicos y en su trabajo. Las labores que exigen esfuerzo físico no deberán estar seguidas de trabajos rutinarios que requieran gran concentración. La dirección de la empresa deberá estar al tanto de las dificultades que entrañan actividades repetitivas, por ejemplo, la inspección de elementos idénticos del tipo remaches o alabes de turbina, así como en el empleo de ciertos tipos de instrumentos o equipos más propensos a errores tal como los aparatos de inspección antiguos, ya que, si esas dificultades se unen a la fatiga del técnico, la probabilidad de error aumenta considerablemente.
- c) Los supervisores de turno deben estar particularmente al tanto de los indicios de fatiga de los técnicos y comprobar las tareas realizadas para verificar si existe algún error. La inspección durante las horas del día de todas aquellas tareas de mantenimiento realizadas la noche anterior, también podría ayudar a reducir la probabilidad de errores, tales como los mencionados respecto de la aeronave que sufrió el accidente.
- d) Se debe considerar que la salud y estado físico del técnico también influyen en el desempeño de su trabajo. Las actividades de mantenimiento e inspección de las aeronaves a veces exigirán esfuerzo físico por lo que se deberá evaluar las dificultades particulares debido a exceso de peso, enfermedad o poco habituado; lo que puede dar lugar a que ciertas tareas se pasen por alto, se dejen incompletas o no se efectúen adecuadamente. La necesidad de tener buena vista y distinguir bien los colores es asimismo importante. Las personas de mayor edad frecuentemente requieren gafas o lentes de contacto para corregir sus deficiencias visuales.

A.3.2.4. Instalaciones y entorno de trabajo.

- a) Para comprender los errores humanos en la esfera del mantenimiento, es fundamental comprender cuales son las responsabilidades y el entorno de trabajo del técnico de mantenimiento de aeronaves. Se debe considerar que a pesar de que es conveniente disponer de condiciones ideales de trabajo, tales como buena iluminación, hangares confortables para realizar las tareas de mantenimiento de las aeronaves, cuando tales condiciones no existan las tareas de mantenimiento de aeronaves se realizan en condiciones no necesariamente ideales, por la noche, al aire libre o con malas condiciones meteorológicas.
- b) Uno de los aspectos que se deben considerar como más importantes del trabajo en el mantenimiento de las aeronaves es la iluminación se debe buscar que la luz sea adecuada para la mayor parte de los aspectos de las tareas de mantenimiento, incluidas las inspecciones y las reparaciones. Se puede considerar que en los hangares la iluminación deberá alcanzar por lo menos entre 100-150 candelas por pie cuadrado (unos 30 centímetros cuadrados) para que la iluminación se considere adecuada.
- c) Aunque condiciones especiales de trabajo pueden requerir una iluminación especial al realizar las tareas, por lo que la iluminación debe variar entre 200-500 candelas por pie cuadrado, según el trabajo que deba efectuarse. Puede darse el empleo de luces portátiles que pueden colocarse cerca de las zonas de trabajo

o fijarse a estructuras adyacentes al lugar donde se lleva a cabo, de muy diversos tamaños y potencia. El empleo de esos sistemas de iluminación puede atenuar algunos de los problemas dimanantes de la discordancia elemento humano ambiente (entorno).

- d) Las actividades de mantenimiento realizadas al aire libre y de noche exigen mayor atención en materia de iluminación. La dirección debe ser consciente de la importancia que reviste proporcionar y exigir que se utilicen luces adecuadas tanto para la iluminación de zona como para la realización de tareas.

- e) El ruido es otro factor importante en el entorno de trabajo. Las operaciones de mantenimiento de aeronaves son habitualmente ruidosas lo que puede provocar interferencia en las conversaciones y también afectar a la salud, además si se está expuesto con regularidad a un ruido elevado o medio, se puede perder permanentemente o temporalmente la capacidad auditiva.

Lo anterior puede tener repercusiones en materia de seguridad en el puesto de trabajo por casos de incompreensión de las comunicaciones orales en razón de la interferencia de esos ruidos o a pérdida de la capacidad auditiva. Los concesionarios o permisionarios responsables de las áreas de mantenimiento para ocuparse de los problemas de ruido, puede ser controlar las fuentes del ruido mediante el recubrimiento o insonorización de la maquinaria, aislar las actividades ruidosas para que molesten al menor número posible de personas, proporcionar a los trabajadores protección de los oídos y exigir su utilización, reducir al mínimo aceptable los ensayos o pruebas de calentamiento de motores, y medir los niveles de ruido en las zonas de trabajo.

La supervisión del ruido permitirá identificar los problemas y se podrá estar en condiciones de adoptar las medidas correctivas. Será necesario destacar entre los trabajadores las graves consecuencias que dimanen de la exposición a los ruidos, de modo que comprendan la necesidad de utilizar las protecciones auditivas y controlar el ruido en la medida de lo posible. Si se está expuesto a niveles de ruido superiores a 110 decibeles (dB) el tiempo de exposición a dicho ruido no deberá rebasar más de 12 minutos durante un período de 8 horas y si el ruido es de 85 dB pero continuado, deberá contarse con protección auditiva.

- f) Los materiales tóxicos que aparecen en la esfera del mantenimiento de aeronaves son cada vez más frecuentes debido a la introducción de aeronaves más perfeccionadas que emplean materiales compuestos en su estructura u otras sustancias peligrosas, tales como selladores de los depósitos o productos químicos para adherir las estructuras.

Cabe mencionar también algunos métodos de pruebas no destructivas que son potencialmente peligrosos, por ejemplo, los rayos X. Por lo anterior se deberá informar a los empleados de los peligros atinentes a la manipulación de materiales tóxicos y formarles debidamente en ese sentido. Se les deberá dar instrucción sobre el modo adecuado de manejo y suministrarles dispositivos de protección, tales como vestimenta adecuada, guantes de goma y gafas protectoras.

- g) Cuando las condiciones de trabajo se relacionen con estructuras para atención de grandes aeronaves de transporte a varios metros por encima del suelo, habrá que evitar en cualquier caso los soportes mal estabilizados, así como las escaleras poco afianzadas, sobre todo en aquellos suelos de hangares u otros que sean resbaladizos.

- h) Los incisos anteriores sobre el ruido, los materiales tóxicos, los soportes y plataformas de trabajo son ejemplo de dónde y cómo pueden ocurrir deficiencias en la interfaz elemento humano y ambiente dentro del taller aeronáutico. Se debe tener presente que los técnicos a los que se les vea menoscabado su desempeño por la falta de disposiciones sanitarias y de

seguridad personal serán más propensos a cometer errores, lo cual repercutirá a su vez en la seguridad de las operaciones de aeronaves.

A.3.3. Grupos de trabajo y aspectos organizacionales relacionados con el mantenimiento de aeronaves.

A.3.3.1. Trabajo de equipo.

- a) El concepto de la "administración de recursos en la cabina de la tripulación de vuelo (CRM) se refiere a que el grupo de trabajo debe funcionar como un conjunto integrado y en comunicación y no como una serie de individuos que independientemente hacen cada uno su propia tarea.
Este concepto puede aplicarse también a la esfera del mantenimiento de aeronaves. La instrucción a este respecto resalta los aspectos de comunicaciones, liderazgo, solidez de criterios y toma de decisiones, gestión del estrés, que son todas cualidades importantes para la labor en equipo.
- b) El equipo de trabajo, la responsabilidad y en especial el liderazgo son factores de desempeño claves. La estructura de una organización puede impedir o facilitar la productividad. Se debe permitir a los técnicos que participen en los procesos de decisiones, de manera que se sientan contribuyentes valiosos y se aliente el interés por obtener resultados de equipo.
- c) El establecimiento de equipos de mantenimiento deberá planificarse, pues no basta simplemente con dividir a las personas en grupos y llamarles equipos. Cuando se proceda a la creación de equipos de trabajo, habrá que utilizar conceptos de estructuración apropiados. Si los equipos están bien concebidos, los resultados del trabajo mejorarán y la satisfacción de los empleados también, mientras que si los equipos están mal concebidos se obtienen los resultados opuestos.
- d) Si no se cuenta con una administración apropiada y no se procede a evaluar el desempeño del equipo de manera periódica, es probable que los resultados sean negativos. Además, los equipos deberán estar bajo continua supervisión, y pudiera ser conveniente rotar o cambiar algunos de sus elementos componentes.
- e) Para el diseño y estructuración de los puestos de trabajo se puede emplear la filosofía centrada en el método de motivación. El propósito de dicha filosofía es crear trabajos que sean estimulantes por los retos que planteen, así como significativos e interesantes. Los empleados deberán tener conciencia de que su labor es importante y productiva. Deberán participar en las decisiones y tener posibilidad de opinar sobre los métodos de hacer las tareas.
Sin embargo, se precisa de una planificación y gerencia cuidadosa para crear y mantener equipos de trabajo efectivos.
- f) Algunos de los aspectos más importantes que se deben examinar en la esfera de la conceptualización y gestión de los equipos de trabajo son, entre otros, el diseño de los puestos de trabajo, los sistemas de remuneración y recompensa, la selección y dotación de personal y la instrucción.

A.3.3.2. Diseño del puesto de trabajo.

- a) Un diseño apropiado del puesto de trabajo tiene importantes efectos en la productividad. Dado que hay diversos métodos para diseñar los distintos trabajos, el enfoque óptimo requerirá ciertas medidas compromiso entre los métodos posibles. Uno de los aspectos más importantes del diseño del trabajo, desde el punto de vista del concepto de equipo, estriba en permitir la autogestión.
- b) En la medida de lo posible, el equipo deberá ser responsable de sus propias actividades, incluso la toma de decisiones sobre horarios y programa, las asignaciones de tareas a los empleados y la participación al seleccionar nuevos miembros del equipo. La principal responsabilidad de la dirección consiste en

suministrar los recursos necesarios para que el equipo funcione sin contratiempos. La participación de todos los miembros del equipo es otro aspecto que conviene examinar.

Deberá existir una repartición equitativa de la carga de las tareas y éstas deberán establecerse de modo que se fomente la interacción entre los empleados. Asimismo, la tarea asignada a cada uno debe ser significativa, es decir los miembros del equipo deben estimar que su contribución es importante.

- c) De implementarse, el concepto de equipo debe ser establecido cuidadosamente y conviene observar con regularidad cuál es el desempeño del equipo. Un enfoque que funcione en unas circunstancias puede no ser apropiado en otras. Es necesario examinar la cultura de la empresa en cuestión al diseñar los equipos de trabajo.

A.3.3.3. Sistemas de recompensa.

La estructura de los equipos deberá ser tal que haya interdependencia en la información y recompensas. Deberá contarse con un mecanismo para identificar el desempeño de los individuos y también su contribución al rendimiento del equipo. Cuando la contribución de cada individuo no se defina con la objetividad necesaria algunos empleados tal vez no compartan el trabajo según les corresponde. Si se evalúa el desempeño de cada uno y además la productividad del equipo, todos los miembros del mismo considerarán que tienen una responsabilidad común y por otro lado se beneficiarán en la medida adecuada.

A.3.3.4. Selección y dotación de personal.

Los equipos de trabajo deberán contar con miembros cuya pericia sea variada. El equipo deberá disponer de distintos expertos, según las exigencias de las tareas que conforman el objetivo de trabajo.

A.3.3.5. Instrucción.

- a) Los miembros del equipo deberán contar con adiestramiento para el desempeño de sus funciones. Se requiere sobre todo cierta familiarización con las tareas cuando se trata de grupos de reciente creación que antes estaban acostumbrados a actuar como técnicos individuales.

En este contexto, la instrucción deberá incluir los métodos de toma de decisiones del grupo, el desarrollo de un comportamiento de equipo y la colaboración con otros equipos. Los miembros también deberán recibir adiestramiento en otras disciplinas técnicas para ser capaces de sustituir a alguno de los otros miembros en caso de ausencia.

De este modo, la productividad del equipo no se verá excesivamente menoscabada si hay un miembro cualquiera que no pueda atender a su trabajo.

- b) Por último, en una búsqueda de éxito en la función de los equipos, estos deberán estar constituidos por personas que hayan manifestado una cierta preferencia por el trabajo en equipo y de la distribución de las responsabilidades que parte de este tipo de trabajo.

A.3.4. Sistemas automatizados y de tecnología avanzada.

A.3.4.1. Dado que la introducción de la automatización puede dar lugar a una serie de problemas que podrían obstaculizar en lugar de ayudar al técnico de mantenimiento de aeronaves. Una automatización que no se ajuste a la capacidad del ser humano, inevitablemente irá en contra de los intereses por la seguridad o la eficiencia del mantenimiento de aeronaves. Por ello debe reconocerse que los dispositivos automatizados concebidos y fabricados para ayudar a los operadores humanos deben necesariamente ajustarse a los principios de la automatización centrada en el ser humano. Esto hará que las ayudas automatizadas avanzadas alcancen los fines para los que fueron concebidas, sin crear una serie de nuevos problemas adicionales y agobiantes para el propio organismo de mantenimiento.

A.3.4.2. Debido a las características del medio de trabajo del técnico de mantenimiento, la automatización relacionada con las tareas de mantenimiento consiste en mejorar los sistemas de diagnóstico de los problemas, asimismo cabe indicar que muy vinculados a estos sistemas de ayuda para el desempeño de las tareas, figuran los sistemas de instrucción computadorizados.

A.3.5. Estrategias relativas para la prevención de errores.

A.3.5.1. Ningún accidente, por obvios que parezcan los factores causantes, puede considerarse como un acontecimiento aislado. Los análisis efectuados con perspectivas más amplias que se centran en las deficiencias de seguridad de los sistemas y no simplemente en los individuos, han permitido descubrir que existían deficiencias en varios eslabones del sistema aeronáutico.

A.3.5.2. El taller aeronáutico es uno de los eslabones y si se centra la atención en las posibles fallas de conjunto más que en los errores de los individuos, sin duda se minimizarán notablemente con el tiempo los accidentes debidos a errores humanos de mantenimiento.

A.3.5.3. También puede existir un punto medio entre los dos extremos mencionados de falla individual y del sistema, errores sistémicos que cabe atribuir a alguna deficiencia en el diseño de la aeronave o en la propia gestión del proceso de mantenimiento.

A.3.5.4. En lo que atañe a los aspectos operacionales, los departamentos de mantenimiento de los concesionarios, permisionarios y operador aéreo, pueden poner en marcha sistemas perfeccionados para asegurar que todas las tareas iniciadas en un turno determinado se notifican al siguiente turno para que éste las finalice.

A.3.5.5. A efectos de avanzar significativamente en la reducción de los errores de mantenimiento, deberán examinarse los tres temas siguientes:

A.3.5.5.1. Deberán organizarse los datos sobre mantenimiento, de manera que se facilite el estudio de aquellos aspectos del desempeño del ser humano que atañen al mantenimiento.

- a) Se pueden emplear diversos sistemas de clasificación que enumeran las series de errores, que van desde los descuidos y equivocaciones hasta los errores sucedidos por comisión u omisión, así como los errores vinculados a la falta de pericia, o atribuibles a las normas o a las deficiencias de conocimientos, e incluso los errores sistemáticos y los aleatorios.
- b) Otro método de clasificación de errores puede ser centrarse en los factores causantes o contribuyentes.
- c) Una vez clasificados los errores, el objetivo debe ser controlar determinadas parcialidades que sean más probablemente.
- d) Así pues, para que los análisis ayuden a mejorar el sistema, es preciso investigar los errores de mantenimiento desde un punto de vista amplio, que no se limite simplemente a atribuir los errores a los técnicos de mantenimiento involucrados y que vaya más allá de una evaluación subjetiva de las deficiencias.
- e) Hay que buscar entre los hechos comunes de los accidentes, incidentes y acontecimientos, todos aquellos aspectos que facilitarán el trabajo cooperativo de los distintos responsables del mantenimiento, con miras a incrementar el margen de seguridad de las normas de la totalidad del sistema.
- f) Además de clasificar los errores también cabe clasificar las estrategias de prevención. La clasificación de estrategias es importante porque ayuda a destacar los distintos instrumentos o herramientas que pueden utilizar los fabricantes y gerentes de mantenimiento para encarar el error humano en sus distintas esferas. En este sentido se tienen tres clases de estrategias para enfrentarse al error humano en la esfera del mantenimiento de aeronaves. Cada una de dichas clases se define en términos de metodología empleada para controlar el error, a saber:

- 1) **Reducción de errores.** Las estrategias de reducción de errores tienen por finalidad intervenir directamente en la fuente del error propiamente dicho. Cabe citar como ejemplos de estrategia un mejor acceso a los componentes de las aeronaves, una mayor iluminación del lugar donde se realizan las tareas, y una instrucción más avanzada de los técnicos de mantenimiento. La mayoría de las estrategias de gestión de los errores que se utilizan en el mantenimiento de aeronaves se sitúan dentro de esta categoría.
 - 2) **Captación de errores.** Captar el error supone que se cometa algún error. Se trata pues de “captar” el error antes de que salga la aeronave. Ejemplos de estrategia de captación de errores son la inspección de las tareas, las medidas de verificación de las tareas en sus distintas etapas, y los ensayos funcionales y operacionales después de efectuada la tarea.
 - 3) **Tolerancia de errores.** La tolerancia de errores se refiere a la capacidad del sistema para aceptar un error sin que ocurran consecuencias catastróficas (ni siquiera graves). En el caso del mantenimiento de aeronaves, tolerancia de errores puede referirse tanto al diseño de la aeronave como al diseño de los sistemas de mantenimiento. Son ejemplos al respecto los sistemas múltiples ya sea hidráulicos o eléctricos con que cuentan las aeronaves (de modo que un único error humano sólo pueda averiar uno de los sistemas) y también los programas de inspección estructural que prevén supervisiones repetidas para detectar cualquier fisura debida a la fatiga antes de que se menoscabe la resistencia estructural.
- g) De estas tres clases de estrategias de prevención, solamente la estrategia de reducción de errores ataca directamente el error como tal. Las estrategias de captación de errores y de tolerancia de errores están más bien vinculadas, aunque directamente, con la integridad del sistema.

A.3.5.5.2. Deberá procurarse acercar las esferas de mantenimiento y psicología aeronáutica.

- a) Conceptos tales como error en el modo de actuación y en la gestión de la tripulación, han pasado a ser elementos comunes básicos de discusión y colaboración entre los psicólogos y el personal operacional, a fin de mejorar la seguridad del sistema. No obstante, si bien con algunas excepciones, los diseñadores de aeronaves, los fabricantes los técnicos de mantenimiento y los psicólogos, todavía viven en mundos distintos. En su labor por reducir los accidentes causados por razones de mantenimiento, los psicólogos deben examinar los aspectos que trascienden la interfaz ser humano-máquina (L-H) a nivel individual y adoptar un método de análisis de sistemas que estudie el conjunto.
- b) La elaboración de estrategias preventivas de los errores de mantenimiento exige pericia, que a menudo supera las esferas de trabajo del ingeniero o del psicólogo experto en factores humanos. Asimismo, la elaboración de estrategias de intervención específicas requiere comprender las limitaciones del sistema, los aspectos cruciales inherentes al error y las discordancias resultantes, y los métodos de administración de errores exclusivos a la esfera del mantenimiento de aeronaves.

A.3.5.5.3. Deberán desarrollarse métodos y herramientas que ayuden a los diseñadores y gerentes de mantenimiento de aeronaves a tratar la cuestión de los errores humanos en forma más analítica:

- a) El personal de mantenimiento debe explorar las posibles fuentes de apoyo externo e interdisciplinario, que puedan proporcionar los recursos necesarios para ayudar a comprender las capacidades y limitaciones inherentes a las tareas del técnico de mantenimiento de aeronaves.

- b) Las fuentes externas de recursos deberán centrarse en el desarrollo de métodos e instrumentos sólidos que puedan emplearse tanto en el diseño como en el campo operacional. El objetivo debe ser contar con mejores métodos e instrumentos, para mejorar la gestión de errores más rápida y sistemáticamente.
- c) Se debe considerar que la resolución de las deficiencias sistémicas u organizacionales (fallas latentes) y no el prestar simplemente atención a los errores de los individuos (fallas activas), contribuirá positivamente a minimizar en forma significativa los casos de errores humanos.



APÉNDICE "B" Definiciones y abreviaturas

Para los efectos de la presente Circular Obligatoria, se consideran las siguientes definiciones y abreviaturas:

1. **Actuación humana:** Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas
2. **Aeronave:** Cualquier vehículo capaz de transitar con autonomía en el espacio aéreo con personas, carga o correo.
3. **Autoridad aeronáutica:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Agencia Federal de Aviación Civil.
4. **Carga:** Todos los bienes que se transporten en una aeronave, excepto el correo, los suministros y el equipaje acompañado o extraviado.
5. **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.
6. **Factores humanos:** Son aquellos que llevan a su óptimo nivel la relación entre las personas y sus actividades, mediante la aplicación sistemática de las ciencias humanas, integrada dentro del marco de la ingeniería de sistemas.
7. **Manuales:** Documentos compuestos de los capítulos necesarios y sus revisiones, en orden, que describen en forma lógica y explícita las características principales de un determinado equipo o sistema relacionado con la aeronáutica, así como las técnicas para su fabricación, operación, mantenimiento, inspección o adiestramiento según sea el caso.
8. **OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.
9. **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.
10. **Permisionario:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjero, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso para la realización de sus actividades, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y privado comercial.
11. **Personal técnico aeronáutico:** Está constituido por el personal de vuelo que interviene directamente en la operación de la aeronave y por el personal de tierra. Dicho personal deberá contar con la licencia y, de ser el caso, con las capacidades respectivas otorgadas por la autoridad aeronáutica.
12. **Personal de vuelo:** El personal de vuelo está formado por la tripulación de vuelo y la tripulación de sobrecargos.
13. **Principios relativos a factores humanos:** Principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento aeronáuticos y cuyo objeto consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes humano y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana
14. **Rendimientos de una aeronave:** Conjunto de características técnicas y de operación propias de una aeronave y definidas en el Manual de Vuelo de la misma.
15. **Secretaría:** La Secretaría de Comunicaciones y transportes.
16. **Seguridad Aérea (seguridad operacional):** Métodos y procedimientos, que identifiquen, prevengan y disminuyan los riesgos técnicos, meteorológicos, de

factores humanos y materiales que puedan ocasionar un incidente o accidente de aviación.

