

# Factores Humanos en ATM

## Factores Humanos en ATM

<b>1. Introducción a los Factores Humanos .....</b>	<b>4</b>
1.1 Definición de Factores Humanos .....	4
1.2 Conceptos básicos sobre Factores Humanos .....	5
1.2.1 Modelo de Reason.....	5
1.2.2 Modelo de Rasmussen .....	6
1.2.3 Modelo SHELL-O .....	7
1.3 Visión sistémica de la Seguridad Operacional .....	9
1.3.1 Systems Thinking for Safety: los 10 principios de EUROCONTROL .....	9
1.3.2 Safety I versus Safety II.....	13
1.3.3 Work as Done versus Work as Imagined .....	14
1.4 Reglamentación sobre fatiga, estrés y sustancias psicoactivas .....	15
1.5 Normativa en relación a las competencias en materia de Factores Humanos para ATCOs .....	18
1.6 Integración transversal de los Factores Humanos en la organización .....	19
<b>2. Factores organizacionales y sociales .....</b>	<b>22</b>
2.1 Trabajo en equipo y funciones del equipo.....	22
2.2 Gestión de los recursos del equipo (TRM) .....	23
<b>3. Factores psicológicos .....</b>	<b>24</b>
3.1 Cognición: capacidades y limitaciones del ser humano .....	24
3.2 Conciencia situacional .....	25
3.3 Carga de trabajo mental .....	28
3.4 Grado de complejidad y su impacto en el individuo y el sistema .....	29
<b>4. La comunicación humana .....</b>	<b>31</b>
4.1 El proceso humano de comunicación. ....	31
4.2 Factores que afectan a la comunicación verbal.....	34
4.3 La comunicación no verbal: importancia y factores que influyen. ....	37
<b>5. La fatiga .....</b>	<b>38</b>
5.1 Principios relativos al sueño.....	39
5.2 Necesidad de dormir .....	39
5.3 Pérdida y recuperación del sueño .....	41
5.4 Procesos del sueño e influencia en las capacidades de la persona .....	42
5.5 Carga de trabajo, fatiga y nivel de desempeño .....	43
5.6 El Reglamento (UE) 2017/373 y las SARPS de OACI sobre la gestión de la fatiga .....	44
5.7 Aptitud física .....	45

## Factores Humanos en ATM

<b>6. Estrés.....</b>	<b>48</b>
6.1 Explicación del proceso del estrés de forma sencilla .....	48
6.2 Relación de los síntomas del estrés en el individuo .....	50
6.1.1 Fisiológicos .....	50
6.1.2 Psicológicos .....	50
6.1.3 Conductuales.....	50
6.3 El estrés de los Controladores de tránsito aéreo.....	50
6.4 Efectos del estrés en el desempeño mental y físico de las tareas propias del ámbito de control aéreo	54
6.5 Gestión del estrés ante incidente crítico: Programa CISM.....	55
<b>7. Error humano .....</b>	<b>58</b>
7.1 Modelo GEMS de Reason .....	58
7.2 Modelo TEM (Threat and Error Management) .....	60
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>

## Factores Humanos en ATM

### 1. Introducción a los Factores Humanos

#### 1.1 Definición de Factores Humanos

Los términos factores humanos (human factors), actuaciones humanas (human performance), y ergonomía suelen confundirse entre ellos, incluso hasta en textos de base normativa, lo cual es algo lógico puesto que están muy vinculados. OACI distingue entre factores humanos y actuaciones humanas de la siguiente manera en su Doc. 10151:

- Actuaciones humanas (human performance): hace referencia a cómo las personas realizan sus actividades, y representan la contribución humana al funcionamiento del sistema
- Los Factores humanos (human factors) se ocupan de la aplicación del conocimiento que tenemos sobre los seres humanos, sus capacidades, características y limitaciones, al diseño del equipamiento que utilizan, a los entornos en los que operan y las actividades que desempeñan.

Se suelen emplear de forma indistinta, pero hay un importante matiz en esta diferenciación. Es más, fuera del ámbito de la aviación, los factores humanos y la ergonomía son términos que se intercambian, aunque se tienden a usar para dar más énfasis a aspectos concretos. Los factores humanos se asocian más a menudo con los aspectos psicológicos de los humanos mientras que la ergonomía se asocia más a los aspectos físicos o fisiológicos de las personas.

El rendimiento o las actuaciones humanas no pueden disociarse de los factores humanos y la ergonomía. Los factores humanos aportan una comprensión de las actuaciones humanas partiendo de muchas disciplinas científicas diferentes, como la psicología (incluyendo la psicología cognitiva, la psicología organizacional y del trabajo, y la psicología social), la psicología conductual, la sociología, antropología, ciencias médicas (incluyendo medicina de aviación y ocupacional), diseño e ingeniería, informática y estadística.

El estudio de los Factores Humanos en un entorno ATM es esencial para entender mejor si el impacto del diseño de la tecnología, la selección del personal, la formación, los procedimientos, los roles, tareas y responsabilidades, así como la propia gestión organizacional, está garantizando un rendimiento óptimo del sistema y una gestión de riesgos eficiente.

---

## Factores Humanos en ATM

---

### 1.2 Conceptos básicos sobre Factores Humanos

#### 1.2.1 Modelo de Reason

James Reason supuso un antes y un después en la historia de la industria del transporte aéreo, al introducir a mediados de 1990 una visión sistémica de la gestión de la seguridad operacional. Reason aporta una perspectiva de la seguridad operacional vista como un sistema en su totalidad, en que los accidentes son el resultado la acción humana en combinación con otras fallas del sistema. Precisamente, gracias a la contribución de Reason, hoy en día la industria del transporte aéreo estudia el sistema como fuente de información para entender lo que ha podido salir mal, y que por tanto puede volver a ocurrir si no se corrige, más allá de poner el foco en el error individual exclusivamente. Los profesionales operan en un entorno complejo, y es esencial entender como sus actividades interaccionan con el entorno.

El modelo de Reason del “Queso suizo” fue clave para introducir en cualquier industria el concepto de accidente organizacional, que considera el impacto de la cultura y las políticas de la organización en los controles de riesgos de la seguridad operacional. Este enfoque implica abordar los factores organizativos además de los humanos y técnicos.

El modelo del queso suizo de la causalidad de accidentes determina que cada capa de protección de un sistema (porción de queso), tiene debilidades (agujeros). Por tanto, el suceso ocurre cuando estos agujeros se alinean. Este modelo permite comprender cómo todos los factores de una organización pueden crear condiciones latentes que determinen una falla de las defensas del sistema, al mismo tiempo que los mismos factores pueden contribuir a la solidez de dichas defensas.

## Factores Humanos en ATM

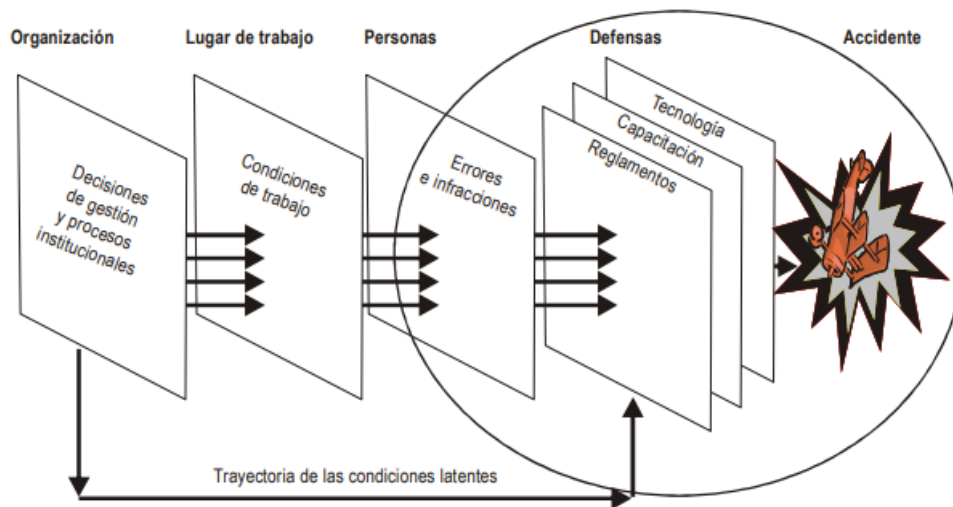


FIGURA 1 ESQUEMA DEL MODELO DE REASON

No obstante, la mayor y menos conocida aportación a la seguridad y los factores humanos de Reason supuso toda la labor investigadora que realizó en el ámbito de los errores humanos. Permitted proponer un modelo de clasificación (modelo GEMS General Error Modelling System) que se emplea hasta hoy, que además aportó una visión alejada de los juicios de valor acerca de los errores, centrada en los procesos cognitivos y los contextos que intervienen en hacer emerger un determinado tipo de error.

Por último, Reason también ha trabajado en el ámbito de las actuaciones sobresalientes, permitiendo entender mejor qué es lo que hace que los sistemas funcionen adecuadamente y qué permite a las personas en ocasiones tener actuaciones que salvan situaciones críticas.

### 1.2.2 Modelo de Rasmussen

El modelo de Rasmussen explica la conducta humana mediante tres modos de rendimiento o funcionamiento, dependiendo del grado de control de la situación, generando así tres tipos de conductas, y, por tanto, tres tipos de errores basados en estas conductas.

- **Conducta basada en habilidades (skill-based):** en la que no se realizan las acciones de forma consciente, sino que intervienen los procesos automatizados de control cognitivo. Se trabaja en esta zona cuando la tarea es muy conocida y rutinaria y no es preciso pensar en lo que se está haciendo (por ejemplo, conducir un coche con experiencia como conductor).

## Factores Humanos en ATM

- **Conducta basada en reglas (rule-based):** donde ya intervienen los procesos conscientes de toma de decisiones para la selección de reglas a aplicar en una situación, y su forma de ejecución. Se asocia a situaciones conocidas, pero no frecuentes (por ejemplo, aplicar los procedimientos operativos de forma rutinaria al ejercer como controlador aéreo en frecuencia)
- **Conducta basada en conocimiento (knowledge-based):** se opera aquí cuando no tenemos reglas ni secuencias de acciones almacenadas, y tenemos que hacer un gran esfuerzo consciente de análisis de situación y de elección entre alternativas, para trazar un plan de acción. Se opera aquí en situaciones de aprendizaje de habilidades nuevas (por ejemplo, la toma de decisión con respecto a una emergencia o situación inusual en la frecuencia, donde activamos nuestro conocimiento para aplicarlo de forma novedosa)

### 1.2.3 Modelo SHELL-O

El modelo SHELL (Edwards 1972, Hawkins 1993) fue propuesto formalmente como modelo conceptual de Factores Humanos por OACI en su Circular 216-AN31, para evaluar las interacciones complejas entre el componente humano de un sistema y su entorno operacional, ya que facilita la comprensión de los Factores Humanos. Una versión actualizada de este modelo incluye también los factores relativos a la organización como parte del sistema (SHELL-O). También permite identificar los precursores y diferentes contextos en los que ocurren los errores.

S = Software – Soporte lógico (procedimientos)  
H = Hardware – Soporte físico (sistemas técnicos)  
E = Environment – Entorno  
L = Liveware – Elemento Humano  
O = Organization – Organización

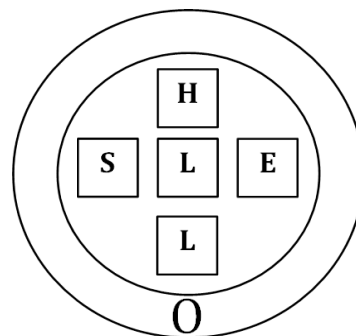


FIGURA 2 ESQUEMA DEL MODELO SHELL-O

En el centro del modelo SHELL-O se encuentra el ser humano (L), que puede ser aplicado a cualquier operador de primera línea (controlador aéreo, ATSEP, piloto), el componente central y más flexible del sistema, al cual deben ajustarse el resto de componentes si se quiere evitar la afectación del sistema. Algunos factores que afectan al desempeño humano son físicos y fisiológicos (visión, audición, luz, ruido, estrés, ritmos circadianos, etc.) y otros son psicológicos

## Factores Humanos en ATM

(conocimiento y experiencia, idoneidad de la formación, motivación, confianza, toma de decisiones, fatiga, carga de trabajo, trabajo en equipo, etc.) Por último, es muy importante destacar el impacto de los factores psicosociales en el individuo, ya que incluyen los factores externos del sistema social de la persona, tanto en su entorno laboral como fuera del mismo, que suponen presiones adicionales. Tal y como refleja OACI (2002), estos factores pueden influir en el enfoque personal de la situación laboral como en la capacidad de manejar el estrés y situaciones anómalas.

- Relación elemento humano y software (L-S). Representa la relación entre el controlador aéreo y todos los sistemas de apoyo a su disposición en el entorno de trabajo como los reglamentos, manuales, listas de verificación y procedimientos operacionales normalizados.
- Relación elemento humano y soporte físico (L-H). Representa la interfaz entre el ser humano y "la máquina", y si el diseño del equipo se ajusta a las características del individuo (consolas, pantallas, alarmas, ergonomía, etc.).
- Relación elemento humano y entorno (L-E). Comprende la relación entre el individuo y el entorno de trabajo tanto interno (temperatura, ruido, ambiente empresarial) como externo (por ejemplo, condiciones meteorológicas).
- Relación elemento humano-elemento humano (L-L). Representa la relación entre el individuo y el resto de personas en su lugar de trabajo. Incluye el liderazgo, la cooperación, el trabajo en equipo (TRM), las relaciones entre el personal operativo y de gestión, así como la cultura empresarial.
- La relación de los elementos y la organización (O). En el análisis de las interacciones entre los diversos elementos del modelo, ha de tenerse en cuenta que los factores derivados de la propia organización tienen un mayor peso específico en el sistema. En particular, se ocupa de las políticas organizacionales que determinan la forma en que se gestionan procedimientos y sus cambios, sistemas técnicos, y de las políticas de gestión de las personas en la organización.



## Factores Humanos en ATM

### 1.3 Visión sistémica de la Seguridad Operacional

#### FACTORES ORGANIZACIONALES

1. La adecuación de los recursos humanos
2. **La selección** del personal adecuado
3. La **formación** recibida
4. La atención al **bienestar laboral** de los profesionales
5. La propia eficiencia de la compañía en la **gestión de procesos y proyectos**
6. La planificación y organización del personal
7. La gestión de riesgos
8. La cultura de la organización y la comunicación

#### 1.3.1 Systems Thinking for Safety: los 10 principios de EUROCONTROL

La aviación es un sistema complejo socio-técnico de transporte, por ser un sistema de gran envergadura y alta tecnología, que requiere interacciones complejas entre sus componentes humanos y tecnológicos. Estos sistemas, logran sus objetivos unificando tecnología avanzada con personas, y como consecuencia de esta interdependencia, con el tiempo se pueden dar cambios complejos y a menudo pasados por alto, que inciden en el buen funcionamiento de las operaciones. El concepto de complejidad viene asociado a un grado de incertidumbre en sus interacciones internas, que hacen que el comportamiento no sea lineal, y que, en cierto grado, es impredecible. Por otra parte, esta complejidad también confiere una elevada capacidad de adaptación a muchos contextos y situaciones.

El ser humano es el componente más flexible, adaptable y valioso del sistema aeronáutico, pero también el más vulnerable. Por tanto, la expresión "error humano" no ayuda en la gestión del riesgo, sino que debería ser el punto de partida para indicar dónde se produce un colapso del sistema. Los informes de investigaciones de accidentes han demostrado, reiteradamente, que muy rara vez un error de un individuo que opere aisladamente, precipita un accidente. Normalmente, varios factores causales y contribuyentes convergen en el tiempo y el espacio para crear una situación que resulta particularmente vulnerable. La mayoría de estos factores causales están relacionados con la falta de consideraciones de Factores Humanos durante el diseño y la implantación operacional del sistema.

---

## Factores Humanos en ATM

---

Por otra parte, el concepto de error humano se ha ido heredando de las concepciones jurídicas de las actuaciones humanas y de la búsqueda de la responsabilidad individual. Gran parte de las metodologías de investigación actuales han heredado sus procesos de los procedimientos de investigación criminal que aparecen a principios del siglo XX. Conceptos como transgresión, negligencia, error, están vinculados a la búsqueda de un responsable, algo que sucede en un marco jurídico. El error en las concepciones modernas y los enfoques contemporáneos de seguridad está relacionado con una actuación humana que no consigue sus objetivos, y a la que se despoja de todo juicio de valor. Por ello los trabajos de Reason y Rasmussen fueron tan importantes para aportar una visión científica sobre actuaciones que fallan. Por otro lado, el concepto de error humano es muy resbaladizo, y no deja de ser un constructo social. Una instrucción de control errónea, pero que se corrige a tiempo y no provoca un incidente, rara vez es considerada como un error humano. Y no se diferencia en cuanto a la actuación en sí de una instrucción errónea que sí termina en incidente. Es decir, en parte, la clasificación de una actuación humana como un error depende de las consecuencias más que de la actuación, y ello no permite centrarse en los factores que hacen emerger la actuación. Las visiones actuales del error humano tratan de evolucionar, y hablan de actuaciones en general, analizando de forma separada los procesos cognitivos y de interacción que hacen emerger un error, y por otro lado, cómo esa actuación genera interacciones en el sistema que pueden terminar en un suceso de seguridad.

La visión contemporánea de la seguridad operacional plantea una perspectiva más amplia, poniendo el foco en las deficiencias de seguridad en todo el sistema, en vez de limitar el análisis a la actuación individual. Esta filosofía de la seguridad refleja que cada accidente o incidente, aunque sea menor, debe considerarse como un fallo del sistema, y no simplemente como el fallo de una persona o grupo de personas, porque el rendimiento humano no opera en el vacío. Este enfoque sistémico en la investigación de sucesos, fue adoptado formalmente por OACI (1994) en su anexo 13.

Por consiguiente, en un contexto ATM, las actividades de prevención y gestión de riesgos deben contemplar que los principales problemas no corresponden exclusivamente al Factor Humano, sino que surgen de interacciones mal comprendidas dentro de la propia organización. El personal operacional no actúa aisladamente, sino en el marco de una organización, con una jerarquía de autoridad, con el fin de realizar sus tareas con éxito.

La seguridad operacional se debe considerar desde un punto de vista sistémico, teniendo en cuenta el contexto del sistema visto como un todo, y no de forma fragmentada descontextualizando a los individuos, los eventos y resultados dentro de ese sistema.

## Factores Humanos en ATM

EUROCONTROL (2014) propone una visión sistémica de la Seguridad Operacional basándose en 10 principios básicos, representados en la siguiente figura, manteniendo su definición original en inglés:



**FIGURA 3 - PRINCIPIOS SISTÉMICOS DEFINIDOS POR EUROCONTROL**

A continuación, se describen brevemente estos 10 principios sistémicos tal y como los define EUROCONTROL en su texto original:

- **Principio 1. Implicación de los expertos en la materia.** Para diseñar un sistema es necesario entender sus operaciones. Además, para mejorar cualquier sistema, los especialistas son decisivos al entender la propia naturaleza de las operaciones y el contexto en el que se producen. Por tanto, entender el cómo se opera realmente (Work-as-Done) requiere la implicación de quienes realizan el trabajo.
- **Principio 2. Racionalidad local.** La aportación de cada experto ha de ser entendida y analizada desde su propia perspectiva, ya que cada persona actúa en función de sus propios objetivos, limitaciones y contexto.
- **Principio 3. Cultura justa.** Las organizaciones e individuos han de asumir una mentalidad abierta, justa y de confianza aceptando que los profesionales actúan de la mejor forma posible con el fin de obtener un buen resultado. Por tanto, hay que empatizar, entender las acciones según su contexto y adoptar un lenguaje que evite juicios de valor.

## Factores Humanos en ATM

- **Principio 4. Demanda y presión.** Es crucial entender la demanda para comprender el desarrollo de las operaciones, ya que el binomio demanda-presión en relación con eficiencia y capacidad afectan de una forma directa y fundamental en el desempeño.
- **Principio 5. Recursos y limitaciones.** El éxito depende de mantener el equilibrio entre los recursos adecuados en relación con unas determinadas limitaciones. Es fundamental considerar la idoneidad de efectivos humanos, la información, competencia, equipos, procedimientos y otros recursos, en relación con las reglas y otras limitaciones del sistema.
- **Principio 6. Interacciones y flujos.** El desarrollo de las operaciones depende de actividades interrelacionadas que interactúan entre sí. La perspectiva sistémica implica gestionar los flujos de actividades “end-to-end”, diseñando los procesos según su objetivo, pero fundamentalmente entendiendo las interacciones que conforman dichos flujos en el resultado final.
- **Principio 7. Contrapartidas.** Para hacer frente a los conflictos, a la complejidad y a la incertidumbre relativa a las interacciones entre actividades, es necesario que los profesionales asuman contrapartidas para resolver conflictos con objetivos contrapuestos. Es importante considerar como los profesionales realizan estas contrapartidas desde su punto de vista, para intentar entender cómo compensan eficiencia y precisión bajo las circunstancias en las que opera ese sistema.
- **Principio 8. Variabilidad del rendimiento.** La mejora continua es crucial para afrontar la variabilidad de las condiciones del sistema. Entender la naturaleza de las fuentes de variabilidad e identificar la variabilidad que es deseada y no deseada, permite comprender y mejorar el desempeño y la propia tolerancia a la variabilidad del sistema.
- **Principio 9. Emergencia del sistema.** En sistemas socio-técnicos complejos el comportamiento del sistema es a menudo emergente y no se puede reducir exclusivamente al comportamiento de cada uno de sus componentes. Una pequeña acción puede tener grandes efectos y a menudo surgen resultados no esperados o difíciles de deducir que hay que tener en cuenta desde un enfoque proactivo.
- **Principio 10. Equivalencia.** El éxito y el fracaso se originan en los mismos procesos, y el resultado de los mismos no está ligado necesariamente a las acciones que desencadenan dicho resultado. Para evaluar el comportamiento de un sistema difícil de entender es fundamental focalizar la investigación no solo en las fallas del sistema, sino también en entender la variabilidad del propio sistema en el día a día, y cómo el sistema se anticipa, reconoce y responde a los eventos.

---

## Factores Humanos en ATM

---

### 1.3.2 Safety I versus Safety II

La visión de la seguridad aérea basada en la existencia o ausencia de accidentes o incidentes se denomina Safety-I (EUROCONTROL 2013) y se desarrolló principalmente entre los años 60 y 80, cuando la demanda de tráfico no era tan elevada y los sistemas eran mucho más simples e independientes. Tradicionalmente, situaciones inseguras se han venido atribuyendo a la variabilidad y poca fiabilidad del desempeño del individuo, en lugar de centrarse en investigar cómo los sistemas fallan (Woods y Cook 1999). Rasmussen (1985, 1986) expuso que el error humano es el resultado del desequilibrio entre las exigencias propias del trabajo y los recursos mentales disponibles para realizarlas, concluyendo que las raíces del éxito o del fracaso son las mismas. Es decir, una misma decisión y actuación puede desembocar en situación con resultado muy diverso dependiendo del contexto.

Simon (1957) describe este fenómeno como “bounded rationality”, es decir, los profesionales operativos están restringidos en su toma de decisiones por una información limitada en ese momento, por una capacidad limitada de la propia mente humana, y por la limitación del tiempo. Consecuentemente, los controladores de tránsito aéreo frecuentemente tienen que afrontar continuas contrapartidas o “trade-offs” en sus decisiones (Hollnagel 2009), ante objetivos potencialmente conflictivos como puede ser elegir entre ser más seguro o más eficiente.

A este respecto, EUROCONTROL refleja la importancia de mantener un diálogo constante para obtener la perspectiva del personal implicado en cada operación. Es lo que EUROCONTROL define como principio de “Local Rationality”.

Con el fin de entender “el fracaso” o el “colapso”, es esencial entender cómo los profesionales resuelven con éxito las exigencias, dificultades, presiones y dilemas de su entorno. La realidad muestra que en el día a día, el desempeño humano prácticamente siempre se desarrolla con normalidad, y la razón principal es por la propia capacidad de adaptación de los profesionales a los condicionantes del trabajo que realizan.

De acuerdo con una visión más contemporánea de la gestión de los sistemas de seguridad aérea, denominada Safety-II, es precisamente la habilidad de las personas, para ajustar su rendimiento a las condiciones del entorno, lo que explica por qué los sistemas funcionan realmente (EUROCONTROL 2013, Hollnagel 2014). Por tanto, reconocer e investigar en como el individuo afronta esas continuas adaptaciones diarias es una forma de comprender como se desarrolla la competencia profesional. **Los profesionales operativos son una fuente necesaria para la flexibilidad y la resiliencia del sistema, y están continuamente "creando seguridad".** El objetivo de esta visión se centra en investigar "como las cosas normalmente van bien" como base para explicar que ocasionalmente "pueden ir mal". A continuación, se enumeran las principales diferencias entre ambos enfoques.

## Factores Humanos en ATM

	Safety I	Safety II
<b>Definición del término Safety</b>	Que el mínimo posible de cosas salgan mal.	Que el máximo posible de cosas salgan bien.
<b>Principio de gestión de la seguridad operacional</b>	Reactivo, responder cuando algo sucede o cuando se categoriza un riesgo como inaceptable.	Proactivo, tratar continuamente de anticiparse a los eventos.
<b>Visión del factor humano en la gestión de la seguridad</b>	El ser humano se considera predominantemente como una amenaza.	El ser humano se considera un recurso necesario para la resiliencia y la flexibilidad del sistema.
<b>Investigación de accidentes</b>	Los accidentes ocurren por causa de fallos y mal funcionamiento. El propósito de la investigación es identificar las causas.	Todos los eventos suceden de la misma forma, independientemente de su resultado final. El propósito de la investigación es entender cómo las cosas normalmente salen bien como base para poder explicar cómo las cosas a veces salen mal.
<b>Evaluación del riesgo</b>	Los accidentes ocurren por causa de fallos y mal funcionamiento. El propósito de la investigación es identificar las causas y los factores contribuyentes.	Entender las condiciones en las que la variabilidad de las acciones puede resultar difícil de controlar y de monitorizar debido a la complejidad de los sistemas.

**TABLA 1 - SAFETY I VERSUS SAFETY II – EUROCONTROL (2013)**

### 1.3.3 Work as Done versus Work as Imagined

Frecuentemente, la experiencia operacional muestra una brecha entre el sistema tal como se conceptualiza y diseña, y el sistema como se opera realmente (Dekker 2006, Hollnagel 2014). En otras palabras, un desfase entre el "trabajo como se imagina" (Work-As-Imagined), o lo que debería ocurrir en un entorno operativo, frente a lo que realmente sucede en el día a día (Work-As-Done). Cuando el diseñador de un sistema ve "aparente simplicidad", el profesional operativo ve "complejidad real".

Una clara ilustración es la implementación prematura de nuevos sistemas en un entorno ATM. En muchos casos, esto provoca un comportamiento inesperado del sistema, consecuencias no deseadas y alteraciones operativas, obligando a revisar el cómo se opera en la realidad ese sistema, pero en una fase táctica. Por lo tanto, entender "el cómo se opera realmente" en una sala de control o un fanal es fundamental, porque comprende un conjunto de estrategias formales e informales que se ajustan a la práctica cotidiana en el control del tráfico aéreo. De

## Factores Humanos en ATM

acuerdo con Woods y Dekker (2002), los conceptos de diseño son sólo hipótesis sobre la relación futura entre la tecnología y lo humano, y la automatización transforma realmente las prácticas cotidianas.

Steven Shorrock plantea<sup>1</sup> incluso más variedades del trabajo humano, que son muy útiles para entender las diferencias entre lo que se idea a nivel de diseño de la operación y cómo ésta se produce realmente. Así, habla de *work as prescribed*, *work as disclosed*, *work as analysed*, *work as observed*, *work as simulated*, *work as instructed*, *work as measured* y *work as judged*.

Por lo tanto, el estudio de los Factores Humanos es esencial para una mayor eficiencia en la gestión de proyectos clave que supongan una innovación tecnológica y en las operaciones, así como en la operación actual.

### 1.4 Reglamentación sobre fatiga, estrés y sustancias psicoactivas

El Reglamento Europeo (UE) 2017/373 estipula los requisitos comunes para los proveedores de servicios de gestión del tránsito aéreo/navegación aérea y otras funciones de la red de gestión del tránsito aéreo y su supervisión. Dentro del reglamento, con respecto a los requisitos de organización adicionales, se establece la obligatoriedad de realizar evaluaciones de seguridad operacional ante cambios en el sistema funcional, considerando el impacto en el Factor Humano como uno de los elementos clave en el análisis. También será responsabilidad del proveedor de servicios:

*Desarrollar y mantener una política relativa a la gestión del estrés, incluyendo un programa específico para la gestión del estrés generado por un incidente crítico.*  
*Desarrollar y mantener una política relativa a la gestión de la fatiga, teniendo en cuenta los factores como la privación del sueño, alteración de ritmos circadianos, horarios nocturnos, tiempo de actividad acumulado y reparto de tareas.*  
*Desarrollar y aplicar un procedimiento objetivo, transparente y no discriminatorio para la detección de casos de uso problemático de sustancias psicoactivas por parte de los controladores de tránsito aéreo.*

<sup>1</sup> <https://humanisticsystems.com/2016/12/05/the-varieties-of-human-work/>

## Factores Humanos en ATM

REQUISITOS SOBRE FACTORES HUMANOS ESPECÍFICOS PARA PROVEEDORES DE SERVICIOS DE CONTROL DEL TRÁNSITO AÉREO PUBLICADOS TEXTUALMENTE EN EL REGLAMENTO EUROPEO (UE) 2017/373 EN SU ANEXO IV, SECCIÓN 3.

### ➤ ATS.OR.300 Ámbito de aplicación

Esta sección establece los requisitos que debe cumplir el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo con respecto al desempeño humano para:

- a. prevenir y limitar el riesgo de que el servicio de control del tránsito aéreo sea proporcionado por controladores de tránsito aéreo con uso problemático de sustancias psicoactivas;
- b. prevenir y limitar los efectos negativos del estrés sobre los controladores de tránsito aéreo para garantizar la seguridad del tránsito aéreo;
- c. prevenir y limitar los efectos negativos de la fatiga sobre los controladores de tránsito aéreo para garantizar la seguridad del tránsito aéreo.

### ➤ ATS.OR.305 Responsabilidades de los proveedores de servicios de control del tránsito aéreo con respecto al uso problemático de sustancias psicoactivas por los controladores de tránsito aéreo

- a. El proveedor de servicios de control del tránsito aéreo desarrollará y aplicará una política y sus procedimientos relacionados con el objeto de garantizar que el uso problemático de sustancias psicoactivas no afecta a la prestación del servicio de control del tránsito aéreo.
- b. Sin perjuicio de lo dispuesto en la Directiva 95/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (1) y en la legislación nacional aplicable en materia de pruebas a personas, el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo desarrollará y aplicará un procedimiento objetivo, transparente y no discriminatorio para la detección de casos de uso problemático de sustancias psicoactivas por parte de los controladores de tránsito aéreo. Este procedimiento tendrá en cuenta las disposiciones establecidas en el punto ATCO.A.015 del Reglamento (UE) 2015/340.
- c. El procedimiento de la letra b) deberá ser aprobado por la autoridad competente.



---

**Factores Humanos en ATM**

---

➤ **ATS.OR.310 Estrés**

De conformidad con el punto ATS.OR.200, el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo:

- a. desarrollará y mantendrá una política relativa a la gestión del estrés de los controladores de tránsito aéreo, que incluya la aplicación de un programa de gestión del estrés en incidentes críticos;
- b. facilitará a los controladores de tránsito aéreo programas de formación e información sobre la prevención del estrés, incluido el estrés en incidentes críticos, que complementen la formación sobre factores humanos facilitada de conformidad con las secciones 3 y 4 de la subparte D del anexo I del Reglamento (UE) 2015/340 de la Comisión.

➤ **ATS.OR.315 Fatiga**

De conformidad con el punto ATS.OR.200, el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo:

- a. desarrollará y mantendrá una política relativa a la gestión de la fatiga de los controladores de tránsito aéreo;
- b. facilitará a los controladores de tránsito aéreo programas de información sobre la prevención de la fatiga, que complementen la formación sobre factores humanos facilitada de conformidad con las secciones 3 y 4 de la subparte D del anexo I del Reglamento (UE) 2015/340.

➤ **ATS.OR.320 Sistemas de turnos de los controladores de tránsito aéreo**

- a. el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo desarrollará, aplicará y supervisará un sistema de turnos para gestionar los riesgos de la fatiga ocupacional de los controladores de tránsito aéreo alternando de forma segura los períodos de servicio y descanso. En el sistema de turnos, el proveedor de servicios de control del tránsito aéreo especificará los siguientes elementos:

- 1. número máximo de días hábiles consecutivos de servicio;

## Factores Humanos en ATM

2. número máximo de horas por período de servicio;
  3. duración máxima del servicio de control del tránsito aéreo sin descansos;
  4. relación entre los períodos de servicio y los descansos sin prestar servicios de control del tránsito aéreo;
  5. períodos de descanso mínimos;
  6. número máximo de períodos de servicio consecutivos que incluyan la noche, si procede, dependiendo del número de horas de operaciones de la dependencia de control de tránsito aéreo en cuestión;
  7. número mínimo de períodos de descanso tras un período de servicio que incluya horas nocturnas;
  8. número mínimo de períodos de descanso en un mismo ciclo de turnos.
- b. un proveedor de servicios de control del tránsito aéreo consultará a aquellos controladores de tránsito aéreo que estén sujetos al sistema de turnos o, si procede, a sus representantes, durante su desarrollo y aplicación, a fin de identificar y mitigar los riesgos relacionados con la fatiga que podrían deberse al propio sistema de turnos.

### 1.5 Normativa en relación a las competencias en materia de Factores Humanos para ATCOs

Los requisitos sobre factores humanos específicos para proveedores de Servicios de Control de tránsito aéreo publicados en el Reglamento Europeo (UE) 2017/373, complementan los ya anteriormente dispuestos en el Reglamento (UE) 2015/340 de la Comisión, de 20 de febrero de 2015, por el que se establecen Requisitos Técnicos y Procedimientos Administrativos relativos a las Licencias y los Certificados de los Controladores de Tránsito Aéreo.

En este reglamento se especifican los conocimientos en materia de factores humanos que deben tener los controladores de tránsito aéreo. Así, por ejemplo, en la formación básica, se deben tratar aspectos específicos de factores humanos, como:

- Introducción a los factores humanos: técnicas de aprendizaje, la relevancia de los factores humanos para el ATC, los factores humanos y el ATC
- Actuaciones humanas: conducta individual, cultura de seguridad y conducta profesional, salud y bienestar, trabajo en equipo, necesidades básicas de las personas en el trabajo y estrés.
- Error humano: peligros de los errores, la definición de error humano, clasificación de errores, análisis y gestión de riesgos
- Comunicación: importancia de una buena comunicación en ATC, procesos y modos de comunicación
- El entorno de trabajo: ergonomía y la necesidad de un buen diseño, equipamiento y herramientas, automatización

## Factores Humanos en ATM

También se establecen requisitos normativos para el contenido de los cursos de formación de habilitación, que incluyen los siguientes temas:

- Factores psicológicos y cognitivos
- Factores médicos y fisiológicos: fatiga y fitness
- Factores sociales y organizacionales: TRM, trabajo en equipo y roles, conducta responsable
- Estrés
- Error humano: errores humanos y transgresiones
- Trabajo colaborativo: comunicación, trabajo colaborativo dentro de la misma área de responsabilidad y con otras áreas de responsabilidad, cooperación controlador/piloto.

### 1.6 Integración transversal de los Factores Humanos en la organización

Desde un punto de vista corporativo, la integración de los Factores Humanos en una organización contribuye a una mejora del sistema de forma global, situando a las personas como eje central del sistema. El estudio de los Factores Humanos en un entorno ATM es básico para entender mejor si el impacto del diseño de la tecnología, la selección del personal, la formación, los procedimientos, los roles, tareas y responsabilidades, y la propia gestión organizacional está garantizando un rendimiento óptimo del sistema, así como una gestión de riesgos eficaz y eficiente.

Una integración efectiva de los Factores Humanos tiene un impacto positivo directo y medible en varias áreas específicas en la propia gestión de la organización: la mejora de la seguridad, la optimización de la organización y de su personal, la mejora de la capacidad y de la eficiencia, la reducción de costes y el cumplimiento de la normativa. Si los Factores Humanos no se gestionan adecuadamente, esto pasa factura a la organización de forma transversal, en diversas áreas que afectan a la eficacia y rentabilidad como pueden ser:

- Compromiso de los empleados
- Rendimiento y productividad de la plantilla
- Incidentes causados por error humano
- Absentismo laboral
- Satisfacción del cliente
- Posible daño a la imagen y reputación de la organización

Los Factores Humanos como disciplina, llevan influenciando el éxito de la productividad en el entorno aeronáutico desde hace años, demostrando que una buena intervención en este campo asegura que los objetivos productivos se pueden alcanzar, sin comprometer la salud, seguridad y bienestar del personal. Una gestión efectiva de los Factores Humanos incrementa

---

## Factores Humanos en ATM

---

el compromiso y la motivación del personal, optimizando la salud y el bienestar laboral. También contribuye a mejorar la comunicación, el diálogo social y las relaciones laborales, mejorando la planificación y la eficiencia de la formación de la plantilla.

El sistema ATM es un sistema socio-técnico por ser un sistema de gran envergadura y alta tecnología, que requiere interacciones complejas. Este tipo de sistemas logran sus objetivos unificando tecnología avanzada con personas, y como consecuencia de esta interdependencia, con el tiempo se pueden dar cambios complejos y a menudo pasados por alto, que inciden en el buen funcionamiento de las operaciones. El ser humano siempre es el por qué, y la tecnología el cómo.

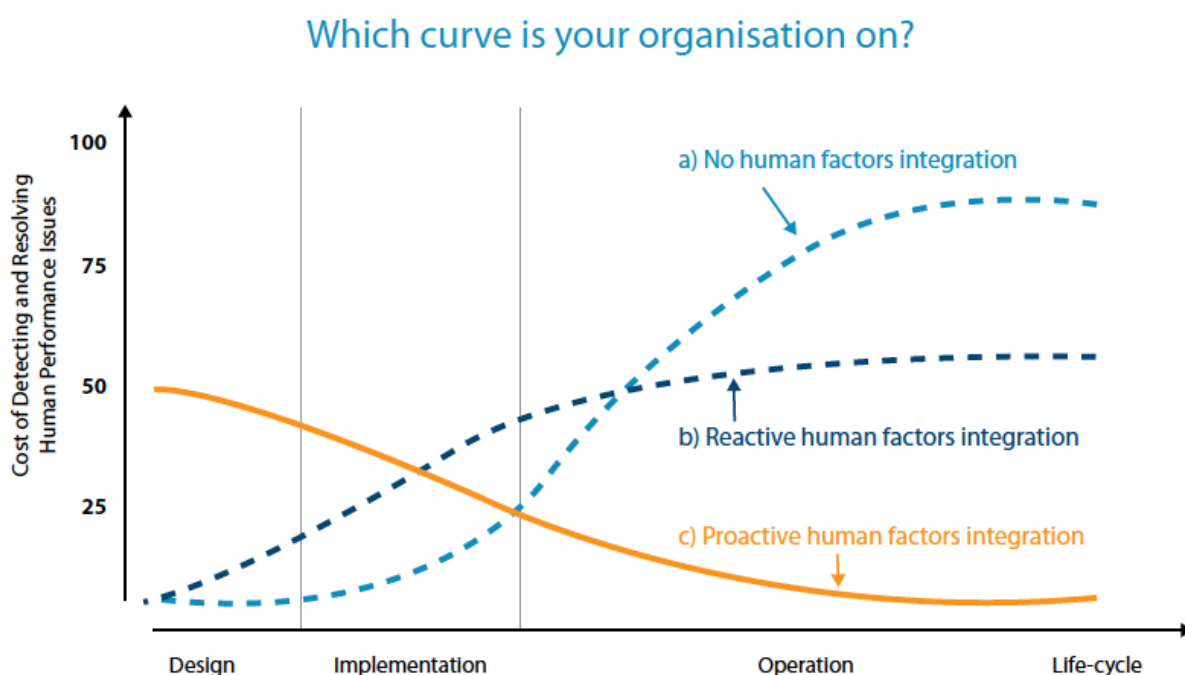
En relación a la gestión de riesgos, favorece la detección proactiva de las amenazas que van a afectar al sistema y la probabilidad que existe de que se produzcan, así como el grado de impacto humano en la gestión del cambio. Un análisis adecuado del Factor Humano asegura que el cambio se identifica, evalúa y gestiona adecuadamente, fomentando la participación e implicación del personal operativo. También asegura que los sistemas se adaptan a las personas, adoptando una aproximación más completa e integrada. Esto permite una identificación de riesgos más exacta en el desarrollo de soluciones y planes de acción, así como una mayor efectividad, lo que se traduce en una reducción de costes. Las técnicas de Factores Humanos permiten establecer indicadores de rendimiento específicos (KPIs), que aportan información adicional, para entender los nexos entre los objetivos de calidad y el comportamiento y el rendimiento humano.

La integración de los Factores Humanos en el Sistema de Gestión de la Seguridad, permite identificar y entender la variabilidad del desempeño, tanto humano como del propio sistema, e incide en la mejora de la investigación de sucesos, para dar lugar a recomendaciones de seguridad más efectivas. Además, se produce una mejora de la seguridad de todo el sistema, incrementando los márgenes de seguridad y reduciendo el error humano. Y es ahí, precisamente donde la promoción de la cultura de seguridad juega un papel determinante, porque un personal operativo mejor informado y más motivado, asume los valores y proyectos de la organización como propios. En un clima de Cultura Justa, los controladores aéreos notifican con confianza las incidencias de seguridad, contribuyendo a identificar debilidades áreas de mejora logrando un sistema más robusto y resiliente.

El concepto operacional básico en el programa SESAR se ha desarrollado bajo la premisa de que el Factor Humano es un pilar fundamental en la operación de los futuros sistemas ATM. En ese sentido, es determinante para un proveedor de navegación aérea, disponer de una sistematización en la integración de los Factores Humanos en la implementación de tecnología. Esto es viable mediante el diseño de procesos que permitan incorporar el análisis del impacto sobre el Factor Humano desde la fase de conceptualización del proyecto, con el fin de optimizar costes.

## Factores Humanos en ATM

Está demostrado que aproximadamente el 70% del coste final del proyecto, viene fijado por el desarrollo en el primer 10% del ciclo de vida del proyecto (EUROCONTROL-FAA 2010), tal y como se refleja en la siguiente figura:



**FIGURA 4. ESCENARIO DE COSTES DE ACUERDO A LA IMPLEMENTACIÓN DE 3 ESTRATEGIAS RELATIVAS A LA INTEGRACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS (EUROCONTROL/FAA, 2010)**

Es mucho más efectivo cambiar el diseño de un sistema en las fases iniciales de desarrollo que una vez está implementado y es operativo, y ahí es donde una intervención de Factores Humanos es crítica. Por esta razón, una organización debe fijar como prioridad la sistematización de la integración de los Factores Humanos en el desarrollo e implementación de todos los proyectos tecnológicos en el entorno ATM.

En un entorno global tan competitivo como el de la navegación aérea a nivel europeo, hay que asegurar que los planes de innovación en el entorno ATM definan los objetivos tecnológicos y operacionales, en línea con los objetivos estratégicos de la organización. La integración práctica de los Factores Humanos en la dirección y gestión de los proyectos en todas sus fases puede contribuir a conseguir estos objetivos.

Contar con el personal operativo para la continua mejora del sistema, fijando objetivos específicos en el ámbito de los Factores Humanos es esencial, pero no sólo en relación a la implementación de nuevos sistemas o funcionalidades, sino también en la validación de nuevos conceptos operacionales y la determinación de capacidades de los sectores que componen

## Factores Humanos en ATM

nuestro espacio aéreo. Para eso es necesario incorporar una metodología y herramientas adecuadas, pero lo que es aún más importante, la dotación de recursos humanos y técnicos a las unidades productivas, con el objetivo de ser más eficientes.

La normativa europea ha impuesto mayores exigencias a los proveedores de navegación aérea con relación a la gestión del Factor Humano, que tendrán un impacto a medio y largo plazo. El espíritu de la normativa tiene como objetivo fundamental asegurar que los proveedores de servicios de navegación aérea desarrollan las políticas y procedimientos adecuados para garantizar la salud y el bienestar laboral de los profesionales, así como una adecuada gestión de riesgos considerando el impacto en el Factor Humano. Desde un punto de vista empresarial, el detectar, controlar, evitar y monitorizar el posible impacto de las actuaciones en el Factor Humano es crítico, entre otras cuestiones, para:

- Prevenir daños
- Anticiparse a nuevos requerimientos legislativos
- Evitar sanciones
- Favorecer la buena imagen pública e interna de la compañía

## 2. Factores organizacionales y sociales

### 2.1 Trabajo en equipo y funciones del equipo

Un equipo es un grupo de personas que interactúan dinámicamente entre sí, sus miembros son interdependientes y tienen un objetivo común. En el equipo hay diferentes tareas y cada uno de sus miembros desempeña diferentes funciones y roles.

Es importante diferenciar entre grupo y equipo. El grupo trabaja con un alto grado de control externo, poniendo énfasis en el resultado, limitando la comunicación del individuo al inmediato superior. Sin embargo, el equipo actúa con un alto grado de autonomía, se preocupa tanto del resultado como del proceso, potencia la comunicación abierta y la participación, y potencia el esfuerzo colectivo para la solución de problemas.

En la formación de equipos se pretende potenciar y reforzar la seguridad de la operación como propósito fundamental, pero además se busca:

- Mejorar la gestión y la distribución del trabajo. Para ello se agrupan una serie de funciones, deberes y tareas asignándolas a cada uno de los miembros del equipo, el cual será responsable de las mismas.
- Que cada uno de sus miembros conozca y acepte sus funciones y las de los demás, y las ejecute con precisión y responsabilidad. No obstante, es imprescindible un grado elevado de flexibilidad.

## Factores Humanos en ATM

- Que exista un sistema de monitorización mutua por el cual, los miembros del equipo alertan al resto, de que se está alcanzando algún límite operativo o se está produciendo un desvío en la actuación individual de alguno de los miembros del equipo.
- Que exista una comunicación constante en bucle cerrado, de toda la información relevante a todos los afectados. Que esta comunicación se materialice tanto en la forma de emitir la información como en ser capaz de escuchar.
- Que exista sentido de interdependencia, con objetivos compartidos por todos, eso implica el reconocimiento de cada uno de los miembros como portador de habilidades y capacidades necesarias para alcanzar el objetivo común.
- Crear sinergias para mejorar la resolución de problemas, mediante una coordinación eficiente.

### 2.2 Gestión de los recursos del equipo (TRM)

TRM significa Team Resource Management o Gestión de Recursos de Equipo. Es un concepto derivado del CRM (Cockpit/Crew Resource Management) en aviación, transpuesto al ámbito de control, aunque se utiliza esta terminología en otros ámbitos como la sanidad, la energía nuclear, o incluso las operaciones militares.

Conceptualmente, TRM es una filosofía de trabajo que trata de maximizar la eficiencia en las interacciones interpersonales y en el uso de los recursos personales, que emerge del reconocimiento de que los seres humanos somos proclives a cometer errores, y que éstos no se pueden eliminar en su totalidad.

Desde un punto de vista práctico, el concepto TRM comprende una batería de habilidades de gestión intrapersonal e interpersonal que permiten en último término hacer un uso efectivo de todos los recursos al alcance de una persona dentro de un equipo.

Las habilidades TRM se clasifican en las siguientes categorías:

1. Trabajo en equipo
2. Gestión de roles dentro de un equipo
3. Comunicación interpersonal
4. Conciencia situacional
5. Resolución de problemas y toma de decisiones
6. Gestión del estrés

Cada una de estas habilidades, a su vez, pueden dividirse en habilidades y estrategias más concretas, y todas ellas son de naturaleza conductual, que pueden trazarse a aspectos concretos del funcionamiento humano, y, por tanto, están íntimamente relacionadas con el conocimiento científico en factores humanos en distintas áreas. Por ello, se entiende que el

## Factores Humanos en ATM

TRM es una aplicación práctica y adaptada de los factores humanos a un ámbito profesional particular, en este caso el ATM.

Los principales beneficios de la aplicación del concepto TRM se concretan en:

- Programas de instrucción que tienen por objeto aumentar la cooperación y comunicación entre los miembros del grupo reduciendo la probabilidad de error
- Mayor eficiencia en las actuaciones individuales y de grupo
- Mejor utilización de los recursos humanos disponibles. Distribución bien planificada de las cargas de trabajo y responsabilidades que evite saturar la capacidad de un individuo y produzca redundancia
- Continuidad y estabilidad en la forma de trabajar del equipo
- Mayor flexibilidad y capacidad de adaptación a situaciones nuevas
- Mayor sentido de organización donde todos los equipos reciben la misma formación respecto a temas clave en la operación ATM
- Mayor motivación

### 3. Factores psicológicos

#### 3.1 Cognición: capacidades y limitaciones del ser humano

Los sentidos perciben una serie de estímulos (visuales, sonoros, olfativos, etc.) mediante nuestro registro sensorial, a los que damos significado y almacenamos en la memoria gracias a diversos procesos cognitivos que ocurren en el cerebro. Nuestra memoria a corto plazo apenas nos permite guardar un espacio limitado de información y durante un breve espacio de tiempo (20 a 30 segundos). Funciona como la memoria de trabajo de un ordenador. Por el contrario, si queremos “salvar la información” para el futuro, entonces nuestro cerebro recurre a la memoria a largo plazo, que tiene capacidad ilimitada, si bien necesita más tiempo.

Continuamente, nuestras habilidades o capacidades para desarrollar una tarea correctamente conviven con nuestras propias limitaciones cognitivas, psicológicas y fisiológicas como seres humanos. Cuando el cerebro está procesando información se producen procesos muy complejos, que en ocasiones provocan que dos actividades que requieren los mismos recursos de atención confluyan, incrementando la carga de trabajo. Nuestra atención también es limitada, y por eso, gracias a la formación recibida, el proceso de aprendizaje y a la experiencia, conseguimos almacenar múltiples patrones que nos ayudan a conformar modelos mentales o representaciones de la realidad. Un método para consolidar la información a largo plazo es el ensayo repetitivo de una cierta actividad, puesto que cuanto más se recurre a la información almacenada, será mucho más fácil utilizarla en el futuro.



## Factores Humanos en ATM

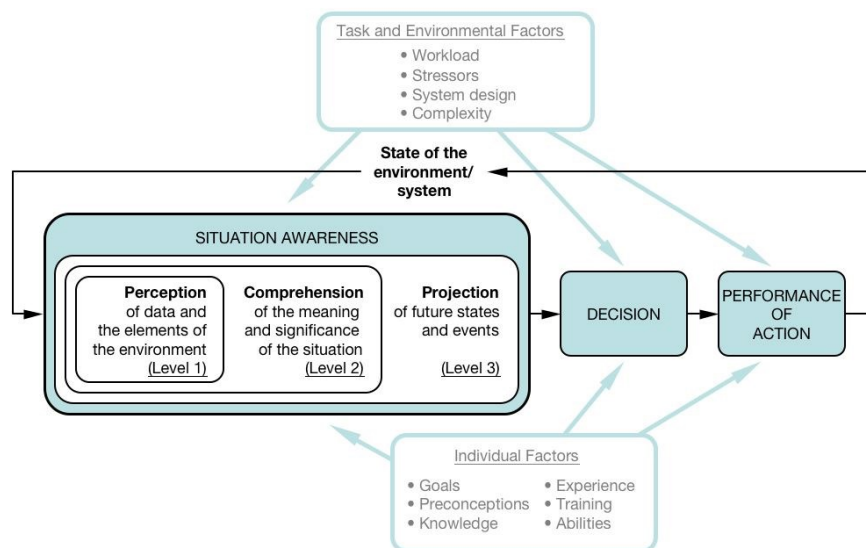
A continuación, se describen dos aspectos fundamentales relativos al procesamiento humano de la información, aplicado a un contexto ATM: la conciencia situacional y la carga de trabajo mental.

### 3.2 Conciencia situacional

El objetivo final del control de tráfico aéreo es garantizar un flujo seguro, ordenado y expedito de tráfico aéreo. La prevención de colisiones, la supervisión del tráfico, la gestión del espacio aéreo, las comunicaciones y la toma de decisiones son las funciones básicas del profesional del control del tráfico aéreo. Para hacerlo, en un entorno de radar, el espacio aéreo se divide en diferentes volúmenes o sectores, administrados por un controlador ejecutivo y un controlador del planificador. En un sector de radar de alta densidad, el espacio aéreo suele estar congestionado, y el controlador de tráfico aéreo desempeña sus funciones bajo alta presión, que proviene de diversas fuentes, tanto internas como externas, en un marco temporal reducido. Es fundamental detectar, reconocer y diagnosticar problemas potenciales, determinar las alternativas disponibles y evaluar la cantidad de riesgo que es aceptable. En tal contexto, la carga de trabajo es intensa y es esencial mantener la conciencia de la situación.

Endsley define el concepto de conciencia situacional como "la percepción de los elementos en el entorno dentro de un volumen de tiempo y espacio, la comprensión de su significado y la proyección de su estado en un futuro próximo". Endsley presenta tres niveles diferentes de SA:

1. la percepción de la situación,
2. la comprensión de la situación y
3. la proyección de esa situación en el futuro.



**FIGURA 5. MODELO DE CONCIENCIA SITUACIONAL DE ENDSLEY Y SU RELACIÓN CON LOS PROCESOS DE TOMA DE DECISIÓN Y DE EJECUCIÓN, ASÍ COMO DE FACTORES EXTERNOS E INDIVIDUALES**

---

## Factores Humanos en ATM

---

Isaac y Ruitenberg se refieren a la conciencia situacional como a un estado o proceso cognitivo asociado con la evaluación de señales pasadas y presentes en una situación dinámica. Puede referirse al conocimiento de una persona y a su estado dentro de un espacio y tiempo continuo (piloto) o una predicción individual dentro de un continuo de espacio / tiempo conocido y especificado (controlador de tráfico aéreo).

La mayoría de los controladores de tránsito aéreo tienen dificultades normalmente para proporcionar una definición formal del término conciencia situacional. Sin embargo, cuando se le presenta el desafío de proporcionar una descripción informal, las respuestas más frecuentes incluyen: "ver el tráfico" o "adelantarse al tráfico". Por la misma razón, tener dificultades para mantener la conciencia situacional se expresa como "ir por detrás del tráfico" o "perder el control". Perder el control está directamente relacionado con falta de tiempo, conocimiento, competencia y recursos cognitivos, específicamente en eventos inesperados.

Una variedad de factores puede afectar la conciencia situacional. Endsley diferencia entre la influencia de los factores individuales, de los factores del ambientales y los relativos al sistema. Los factores individuales están relacionados con los límites impuestos por la atención humana y la memoria de trabajo, mientras que los factores ambientales y del sistema se refieren a factores estresantes físicos y psicológicos. A continuación, se detallan una serie de elementos con impacto en la conciencia situacional del controlador de tránsito aéreo, según Isaac y Ruitenberg.

## Factores Humanos en ATM

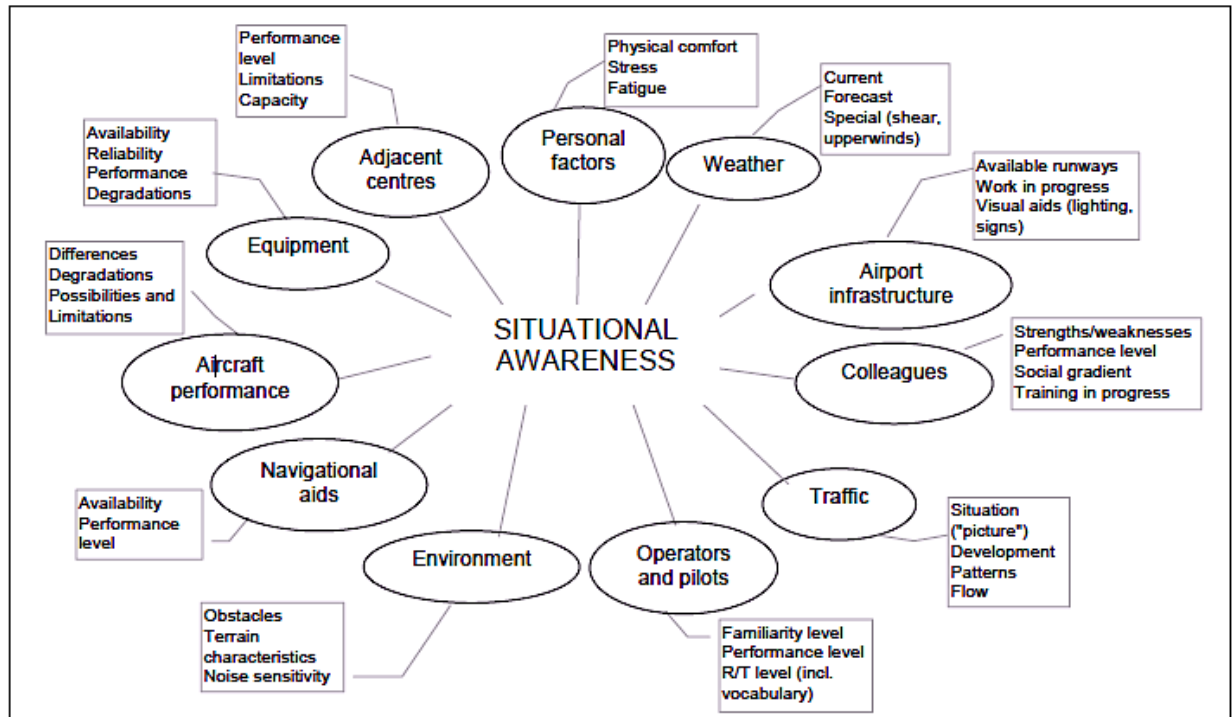


FIGURA 6. ELEMENTOS QUE INFLUENCIAN LA CONCIENCIA SITUACIONAL (ISAAC Y RUITENBERG, 1997)

Lo más relevante desde un punto de vista práctico es entender que la conciencia situacional no es una foto fija, sino un modelo mental dinámico, un conjunto de procesos que modelan la información que percibimos del entorno para construir una imagen mental. Sobre este modelo mental dinámico se construyen posibles cursos de acción, nuestra mente imagina posibles situaciones en función de posibles acciones, y proyecta el estado a futuro. Una vez decidimos actuar, el sistema cambia por estas actuaciones, además de por su propia evolución dinámica, por lo que ese proceso de monitorización y captura de información sigue funcionando, alimentando al modelo mental dinámico del sistema.

En TRM se trabaja mucho con el concepto de conciencia situacional, y se incide en que cuando al modelo mental le falta información, la mente lo rellena, realizando asunciones basadas en experiencias pasadas o en lo más probable. De aquí hay dos elementos vitales para seguridad: el primero, vinculado a que el equipo también es una fuente de información vital que ayuda a que el proceso de conciencia situacional sea suficientemente robusto; y el segundo, que la mayoría de los incidentes de tránsito aéreo presentan alguna asunción. Esto permite desarrollar estrategias prácticas de captura, monitorización y verificación de la información y a estrategias defensivas sabiendo que nuestra mente, por su propio funcionamiento natural (y no defectuoso), en ocasiones necesita realizar asunciones.

## Factores Humanos en ATM

### 3.3 Carga de trabajo mental

El concepto de carga de trabajo mental se ha investigado en una amplia variedad de campos tales como la aviación, el entorno ATC en particular, las operaciones militares o la conducción de vehículos. La definición de carga de trabajo mental considera este concepto de acuerdo a un marco de factores de estrés que interactúan en un individuo, y que, por tanto, tienen un impacto en el rendimiento humano. Un gran número de estudios científicos señalan 3 dimensiones fundamentales que afectan la carga mental de trabajo:

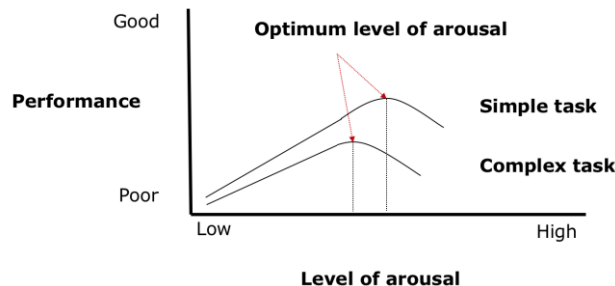
1. Presión temporal de la tarea (tiempo disponible, tiempo necesario)
2. Recursos cognitivos de procesamiento que demanda la tarea.
3. Aspectos emocionales

Por tanto, la carga de trabajo mental, según definición de Sebastian y del Hoyo (2002) es el conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, el nivel de esfuerzo intelectual necesario para desempeñar sus tareas.

La norma UNE-EN ISO 10075-2 proporciona, precisamente, una serie de orientaciones técnicas y organizativas a la hora de diseñar adecuadamente los sistemas de trabajo en cuanto a la prevención del riesgo de la carga de trabajo mental. Esta norma distingue entre presión (stress) mental y tensión (strain) mental. Se describe como presión mental al conjunto de todas las influencias apreciables, ejercidas por factores externos, que afectan mentalmente al ser humano. Tensión mental sería el efecto inmediato de la presión mental en el individuo.

La Ley de Yerkes-Dodson plantea que la relación entre estrés y rendimiento se puede representar en forma de U invertida. Esto significa que el rendimiento será óptimo si el nivel de activación es moderadamente elevado; en cambio, si es demasiado alto o demasiado bajo, repercutirá de forma negativa en el resultado de la tarea. Así, esta ley plantea que el mejor modo de potenciar el rendimiento consiste en aumentar la motivación para llevar a cabo las tareas objetivo, si bien es igualmente importante procurar que la carga de trabajo no llegue a ser difícil de manejar, puesto que ello interfiere con el desarrollo natural de la actividad y genera sentimientos desagradables.

## Yerkes-Dodson Law



**FIGURA 7 LEY DE YERKES-DODSON Y CÓMO VARÍA EN FUNCIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LA TAREA**

Tal y como se aprecia en la figura de la Ley de Yerkes-Dodson, cuando la tarea es compleja se alcanza antes el umbral de rendimiento máximo, que cuando la tarea a realizar es sencilla. Por otro lado, se tiende a pensar de forma errónea que cuando hay periodos de baja densidad de tráfico, no resulta un problema relevante para el análisis del factor humano. Sin embargo, según se ha venido demostrando científicamente, mantener una atención continuada en tareas de monitorización o de atención vigilante, en entornos en los que aparentemente no es necesario mantener dicha atención, puede ocasionar un grado de fatiga tan alto o más que en periodos de alta carga de trabajo mental. Precisamente, en un entorno operativo como es el del control de tránsito aéreo, los profesionales son conscientes de que después de atender “una vara de tráfico” es donde hay muchas probabilidades de cometer un error, o bien de no detectar un problema porque los recursos mentales están saturados por una atención sostenida en el tiempo. La comunidad científica enumera varias características de los entornos proclives a desembocar en una pérdida de rendimiento a la hora de detectar señales o eventos relevantes, como son el tiempo que hay que mantener una atención vigilante o el nivel de atención sostenida necesario.

### 3.4 Grado de complejidad y su impacto en el individuo y el sistema

La opinión de consenso entre las comunidades operacionales y de investigación científica en el ámbito de control de tráfico aéreo es que el concepto de complejidad impulsa la carga de trabajo mental del controlador, lo que a su vez limita en última instancia la capacidad ATC. De entre los factores que influyen en la complejidad del tráfico aéreo podemos distinguir algunos ejemplos:

- Las características del espacio aéreo (complejidad del sector, flujos de tráfico, áreas de espacio aéreo restringidas, proximidad a otro sector o FIR etc.)
- El volumen y tipo de tráfico a gestionar (número de tráficos, plan de sector, tráficos en evolución, tráficos en vectorización, IFR versus VFR, tráficos en espera, etc.).
- Situaciones de tráfico como conflictos a gestionar, o flujos de tráfico que requieren monitorización continua.

## Factores Humanos en ATM

- Congestión de la frecuencia
- Gestión de emergencias y situaciones especiales
- Tiempo disponible para detectar y solucionar conflictos
- Tiempo de ocupación de un tráfico en el sector
- El número de cartas de acuerdo asociadas a un sector
- El número de aeropuertos y fijos asociados a un sector
- Procedimientos
- Meteorología
- Estado de los sistemas (radioayudas, radiotelefonía, etc.)
- Coordinaciones necesarias para completar tareas
- Trabajo en equipo
- Herramientas tecnológicas de soporte para el controlador
- Factores personales como experiencia del controlador, habilidades, nivel de estrés y fatiga, etc.

El grado de complejidad tiene un impacto tan importante en la gestión del tráfico aéreo y en la carga de trabajo mental del controlador, que hay numerosos estudios científicos realizados al respecto. Kontogiannis y Malakis (2013) han desarrollado un prototipo de taxonomía de las estrategias de mitigación de la complejidad de los controladores de tránsito aéreo, especificando tanto las funciones cognitivas, como las estrategias y marcadores conductuales. A continuación, se enumeran algunas de esas estrategias de mitigación utilizadas por los controladores aéreos de acuerdo con Kontogiannis y Malakis (2013), a modo de ejemplo:

<b>FUNCIÓN COGNITIVA</b>	<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>MARCADORES</b>
<b>Ajustar la monitorización y anticipación</b>	1) Identificar flujos de tráfico y posibles conflictos gracias a la experiencia  2) Simplificar la presentación radar.  3) Anticipación.	1) Agrupar los tráficos según necesidades (autorizados a ILS versus tráficos en espera).  2) “Limpia la bahía y la pantalla”  3) Visualiza y anota posibles conflictos

Según se incrementa la complejidad, también se aumenta el número de tareas que están “compitiendo” por los recursos mentales, el ritmo de trabajo, y el número de interrupciones debido al trabajo en equipo. Así, en caso de tener que resolver conflictos de tráfico en situaciones complejas, los controladores han desarrollado una serie de tácticas tales como elegir soluciones que requieren menos coordinaciones, utilizar separación vertical para los

## Factores Humanos en ATM

conflictos más complejos, dar más autorizaciones iniciales “seguras” y revisar las mismas con posterioridad, etc.

Otro efecto evidente del incremento de la complejidad es reducir la calidad del servicio en detrimento de una mayor seguridad, priorizando las tareas más importantes, simplificando los problemas y anticipándose a las amenazas. Pero este esfuerzo cognitivo requiere a su vez tiempo adicional, lo que incrementa la carga de trabajo mental y tiene un impacto en la ejecución de actividades rutinarias, facilitando el error humano. Al trabajar bajo presión extrema, el controlador aéreo tiende a actuar de aquella forma que normalmente funciona, y en ocasiones a omitir acciones ante la presión de la operación.

### 4. La comunicación humana

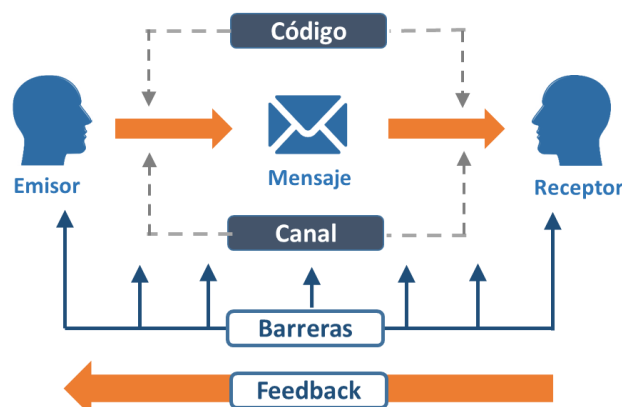
Conocemos bien la importancia de la comunicación en el entorno ATC y sabemos lo que puede suponer una incidencia al respecto: un fallo de comunicación entre torres, cuyo resultado es que los controladores no puedan hablarse entre sí para pasar los aviones de un sector a otro, o iniciar una maniobra de aproximación, supone una urgencia sobre la que debemos actuar inmediatamente, dadas sus consecuencias.

Pues bien, al hablar de factor humano, la comunicación tiene una importancia similar a la hora de explicar la eficacia de nuestro trabajo: un fallo en nuestra comunicación puede anular la ventaja de la experiencia, disminuir la capacidad de nuestro equipo humano, o contribuir a la gestación de un conflicto innecesario.

#### 4.1 El proceso humano de comunicación.

##### ➤ Componentes de la comunicación

La comunicación es un proceso mediante el cual un emisor transmite un mensaje, de manera verbal o no verbal, a un receptor mediante un canal concreto y con un código común a ambos, con el fin de difundir, intercambiar o compartir información, ideas o sentimientos.



## Factores Humanos en ATM

- **Emisor:** el que emite el mensaje.
- **Receptor:** aquel que recibe el mensaje.
- **Mensaje:** la información que el emisor quiere transmitir.
- **Canal:** medio físico por el que se transmite el mensaje. Por ejemplo, el hilo telefónico, o la frecuencia de radio que utilizemos.
- **Mismo código:** un conjunto de códigos para poder codificar y decodificar adecuadamente la información. Por ejemplo, la jerga técnica que utilizemos, o los códigos que nos proporciona un entorno compartido.
- **Barreras:** En ocasiones existen barreras en la comunicación, para luchar contra ellas y ser buenos comunicadores debemos entender que:
  - Con independencia de la voluntad que tengamos por actuar de forma coordinada, y de la corrección con la que me expreso, pueden producirse distorsiones que no son “culpa de nadie” pero que desembocan en un malentendido y, por tanto, en un incidente.
  - Quien mejor comunica, es quien mejor escucha.
  - Aquel que comunica tiene la responsabilidad de asegurarse de que el mensaje ha llegado adecuadamente. Si no es así, debe buscar vías alternativas para conseguirlo.

En la comunicación puede haber **interferencias o ruido**, que hagan que la comunicación no sea eficaz.

Así, puedo decir: “Por favor, pásame el destornillador”, pero existir ruido que dificulte la transmisión de la información, de modo que, después de mi mensaje la otra persona no reaccione y no me pase el destornillador. En este caso, podemos decir que mi comunicación fue correcta, pero no eficaz.

Aquí vemos cómo nace el concepto de “colación”, que en definitiva busca comprobar que las interferencias no merman la ejecución del mensaje.

Además, hay otras interferencias más propias del ser humano, y se refieren a como interpretamos continuamente los mensajes que recibimos, en función de nuestros conocimientos y nuestra experiencia en un determinado asunto.

Por ejemplo: “Date prisa” puede significar para alguien que necesita algo inmediatamente, y para otra persona, puede que el plazo es de “un par de días”.



## Factores Humanos en ATM

Feedback o retroalimentación: es la respuesta que da el receptor sobre la información proporcionada por el emisor. No tiene por qué ser explícita: el silencio como respuesta es, en sí mismo, un mensaje.

➤ Propósito de la comunicación en las organizaciones

En la organización, el propósito de la comunicación no es que alguien te entienda, sino generar una acción común, conseguir que el receptor actúe en un sentido u otro. Por tanto, la comunicación en la organización es persuasiva. Es decir, busca conseguir algo. Si estás trabajando con alguien y le dices “por favor, pásame el destornillador”, sabes que tu comunicación ha sido eficaz cuando te lo proporciona.

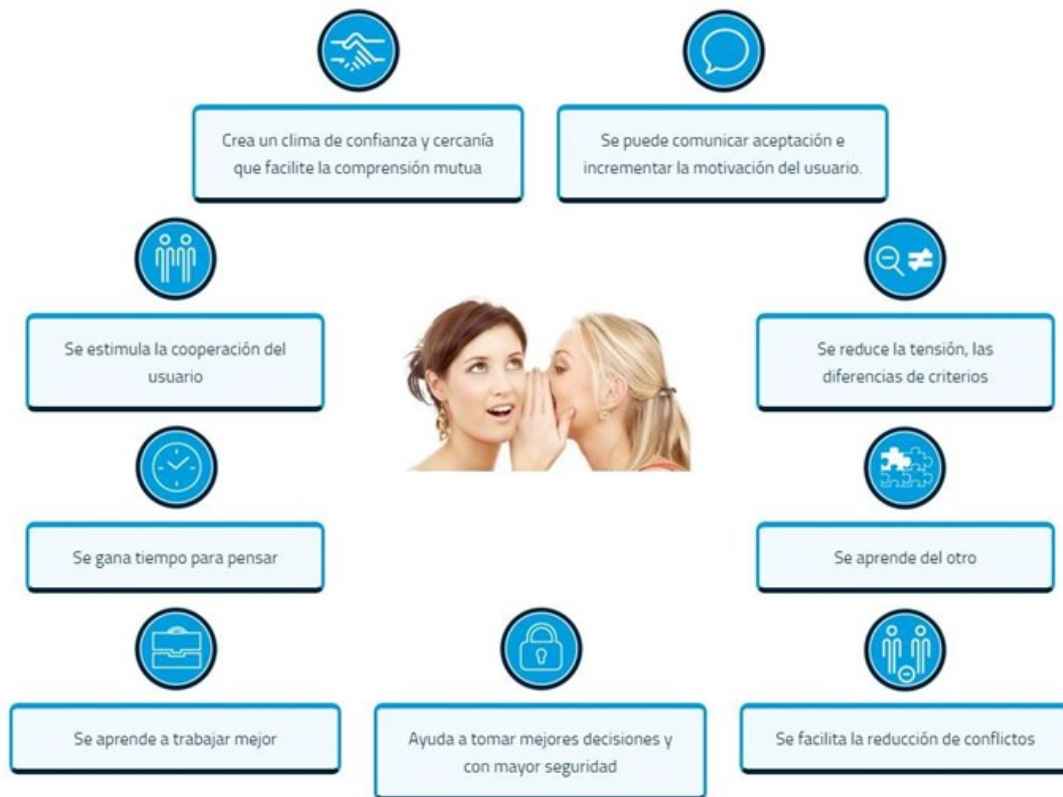
➤ Escucha activa, clave de la comunicación

Escuchar es una actividad que puede describirse como una combinación entre:

- Oír la recepción real de sonidos
- Comprender los sonidos.
- Comprender la interpretación.
- Retener y recordar lo que se ha oído.
- Y, actuar o responder de algún modo a lo que se ha oído.

Pero...escuchar es, ante todo, una muestra de respeto y como tal lo solemos interpretar. Los buenos comunicadores, saben que la escucha puede ser una buena forma de que la otra persona se relaje, o se “sienta” comprendida. La capacidad de escuchar es una conducta que se aprende, una habilidad que hay que desarrollar. Escuchar activamente es una de las habilidades más importantes y difíciles del proceso comunicativo y significar escuchar y entender la comunicación desde el punto de vista del receptor. Tiene que ver no sólo con nuestra posibilidad de entender una situación dada; sino también con tender un puente hacia el otro cuando nos cuesta entendernos. Es la mejor manera de conectar emocionalmente.

## Factores Humanos en ATM



Factores que favorecen la escucha activa	Factores que dificultan la escucha activa
<p>Mantener el contacto visual. Hacer pequeños resúmenes de lo que dice y siente la otra persona. Hacer preguntas abiertas.</p>	<p>Utilizar un lenguaje corporal inhibitorio. Abusar de distracciones. Dejar los temas a medias. Hacer interrupciones constantes. Hacer comentarios cortantes o gratuitos.</p>

### 4.2 Factores que afectan a la comunicación verbal

Como ya hemos visto, existen situaciones en las que a veces se dificulta la comunicación. la comunicación entre las personas que explican a veces la dificultad de comunicarnos.

Es importante que, sobre todo en situaciones de tensión, valoremos como normales los malentendidos, ya que no necesariamente obedecen a la “voluntad de no entender” o a la “cabezonería” de una de las partes.

## Factores Humanos en ATM

### ➤ Barreras ambientales

- Características: son impersonales, se trata de barreras físicas del entorno que dificultan una buena comunicación (ruidos, iluminación, etc.).
- Algunos ejemplos:
  - Incomodidad física (calor en la sala, una silla incómoda, etc.).
  - Distracciones visuales.
  - Interrupciones y ruidos (timbre, teléfono, alguien con tos...).

### ➤ Barreras inherentes al ser humano

- Características: se trata de limitaciones propias de las personas y pueden ser de tres tipos: Cognitivas, fisiológicas y psicológicas.
- Tipos:
  - a. Barreras cognitivas: motivadas por dificultades en el procesamiento cognitivo. Algunos ejemplos:
    - **Barreras verbales**: están relacionadas con la forma de hablar, por ejemplo: personas que hablan muy rápido, personas cuya lengua materna es diferente a la del receptor, etc.
    - **Barreras semánticas**: el emisor utiliza palabras con un significado, pero el emisor lo interpreta de manera diferente.
    - **Falta de conocimiento de los procedimientos o términos técnicos**. Puede que, o bien el emisor o bien el receptor tenga conocimientos obsoletos sobre algo, sin ni siquiera ser consciente de ello.
    - **Carga de trabajo**. La fatiga nos puede impedir procesar bien la información, aunque tenga capacidad para ello y la información esté bien formulada.
    - **Pocas referencias sobre el receptor de la información**. Lo que me lleva a no adaptar convenientemente el mensaje por suponer unos códigos o conocimientos que en realidad el receptor no posee.
  - b. Barreras fisiológicas: limitaciones fisiológicas de la persona. Algunos ejemplos:
    - En el emisor (voz débil, pronunciación defectuosa, etc.).
    - En el receptor (sordera, problemas visuales, etc.).

## Factores Humanos en ATM

### c. Barreras psicológicas: ocasionadas por estados emocionales del emisor o del receptor. Algunos ejemplos:

- Las personas tenemos emociones y, en ocasiones, el miedo, la tristeza o la ira pueden condicionar nuestras respuestas.
- Circunstancias como el estrés pueden llevarnos a una comunicación excesivamente agresiva que provoque una reacción negativa en la otra parte.

Los grandes antídotos para salvar esas barreras son dos:

#### ○ La empatía

El origen del término se encuentra en un vocablo griego que hace referencia a la capacidad de percibir los sentimientos ajenos como propios. Actualmente, se entiende la empatía como un sentimiento de participación afectiva en la realidad que afecta a otra persona, saber “leer” al otro.

Es pues, una actitud positiva que permite establecer relaciones saludables, generando una mejor convivencia entre los individuos: ponerse en el lugar del otro, respetar sus derechos, atribuirle una intención o explicación razonable a su conducta son factores claves para la comunicación.

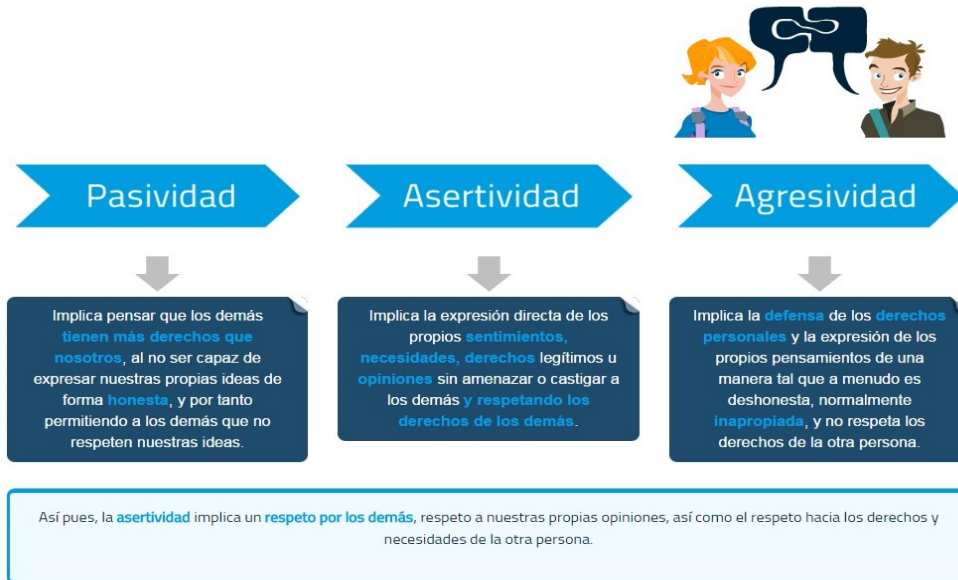
Pero debe acompañarse de la segunda habilidad, para evitar caer en reacciones agresivas o tener la sensación de que los derechos propios no son respetados.

#### ○ La asertividad

Hace referencia a la capacidad de comunicar a las personas que nos rodean nuestros sentimientos y necesidades, pero evitando herirles u ofenderles y ofender a los demás. Se suele definir como la capacidad de decir “no”, de defender la postura propia, pero sin atacar a la otra parte.

## Factores Humanos en ATM

Ante una determinada situación, podemos reaccionar de tres formas básicas:



La comunicación asertiva ayuda notablemente a mejorar la actuación de un equipo.

### 4.3 La comunicación no verbal: importancia y factores que influyen.

De acuerdo con Allan Pease, en su clásico libro “El lenguaje del cuerpo” cuando transmitimos un mensaje entre personas, utilizamos tres recursos:

- ✓ **Lenguaje verbal** > Las palabras (lo que se podría transcribir a un papel).
- ✓ **Lenguaje no verbal** > El lenguaje corporal: gestos, posturas.
- ✓ **Lenguaje paraverbal** > Volumen, tono de voz...

De acuerdo con este autor, el lenguaje No Verbal puede suponer más del 50% de la comunicación entre personas. Si le sumamos el paraverbal, llegamos a un 80%.

¿Qué significa esto?

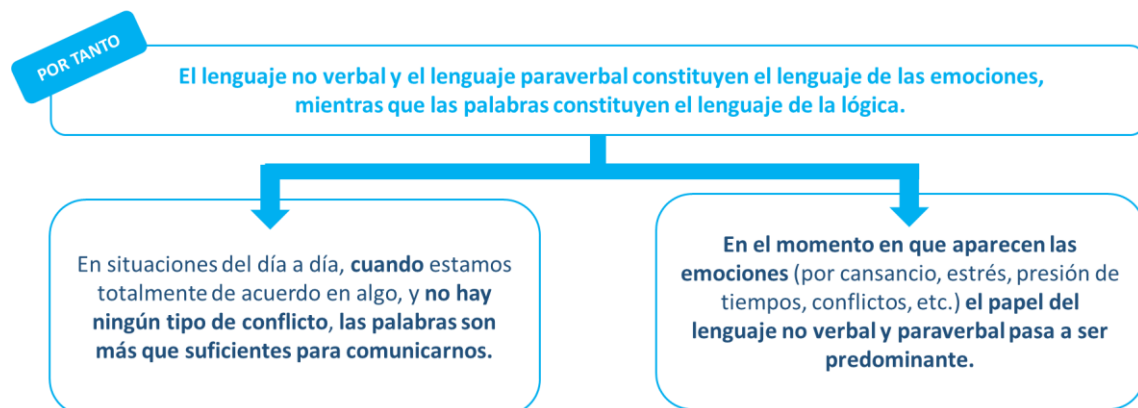
Significa que nuestra interpretación de una misma información puede variar notablemente en función de la expresión facial de la persona que nos habla (lenguaje verbal) o del tono de voz con que el mensaje se transmite (firme, dubitativo...).

En este sentido, tanto la comunicación no verbal como la paraverbal, están relacionadas con el impacto de las emociones sobre la comunicación interpersonal. Las emociones nos acompañan siempre; en nuestro trabajo también están presentes y allí, además, necesitamos sacar partido de ellas para alcanzar nuestros objetivos.

## Factores Humanos en ATM

Las emociones básicas del ser humano son:

- **Tristeza:** no me ayuda dejarme llevar por ella. Al superarla, asumo una pérdida o tomo conciencia de una situación.
- **Asco:** adaptativamente es una emoción positiva que me ayuda a rechazar algo que no es bueno para mi salud.
- **Sorpresa:** me ayuda a reconocer novedades, siempre y cuando no me lleve al sobresalto constante.
- **Ira:** mal manejada es una pérdida de energía, bien manejada es lo que hace que me revele contra una situación que no deseo y aparezcan las fuerzas necesarias para hacerla frente.
- **Alegría:** es necesaria para “recargar” las pilas y facilitar la interacción.
- **Miedo:** su lado positivo es que nos hace más responsables y cautelosos; su lado negativo, es que puede paralizarnos.



## 5. La fatiga

La fatiga es un estado natural del individuo que forma parte de su condición humana y que en la mayor parte de los casos no tiene un impacto significativo en la persona. Sin embargo, si no se presta atención a este estado su impacto en las capacidades físicas y mentales del individuo pueden ser muy importantes.

De hecho, está demostrado que la fatiga es un mecanismo biológico que no puede suprimirse de forma natural y que impulsa al individuo a descansar, como manera de recuperarse. Ignorar

## Factores Humanos en ATM

dicho impulso interno trae consigo una degradación en el rendimiento cognitivo del individuo, que puede tener consecuencias muy importantes si la persona desempeña una actividad profesional relacionada con la seguridad.

La industria de la aviación es claramente uno de los sectores donde se desarrollan tareas con una relación evidente con la seguridad y en la que, además, se exige un sistema de trabajo en el que el personal debe rotar por diferentes turnos para cubrir las necesidades del servicio, incluyendo turnos nocturnos.

Trabajar durante la noche es una característica inherente a la ocupación de CTA y este turno presenta una serie de peculiaridades respecto de la fatiga, que le hacen diferente respecto del mismo trabajo desarrollado durante el día, ya que tanto las condiciones del entorno (por ejemplo, físicas como la falta de luz, o propias del tráfico como la reducción de la afluencia) como las del propio individuo (fisiológicas) son distintas. Por otra parte, hay otros factores inductores de fatiga no relacionada con los procesos circadianos, que están vinculados con la carga de trabajo mental sostenida en el tiempo, y que también pueden combinarse con factores circadianos, con el estrés y con otros factores personales.

Para entender mejor la relación que existe entre el trabajo de CTA y la fatiga, así como la necesidad de saber gestionar dicho estado, es preciso hacer un repaso respecto de los principios científicos que rigen el patrón del sueño del ser humano.

### 5.1 Principios relativos al sueño

Como ya se ha explicado, nadie es inmune a la fatiga, de ahí que, aunque las necesidades operacionales en la aviación evolucionen a la par que los avances tecnológicos, la fisiología humana no varía y la única respuesta posible ante los efectos de la fatiga en el sector aeronáutico es realizar una adecuada gestión de la misma que palie dichos efectos sobre sus profesionales.

Esta gestión necesariamente ha de apoyarse en los avances científicos que en el ámbito de la fisiología humana se han realizado para conocer mejor los principios fisiológicos respecto del sueño, y por ende, respecto de la fatiga.

### 5.2 Necesidad de dormir

Dormir es una de las necesidades primordiales del ser humano. Por naturaleza, nuestro cuerpo suele atender a los ciclos de sueño y vigilia, acorde con la noche y el día. Limitar los períodos de vigilia y dormir lo suficiente de forma periódica es fundamental para que el cerebro pueda ordenar y almacenar las experiencias del día y recuperar la capacidad de los sistemas esenciales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la National Sleep Foundation (EE.UU.) un adulto entre los 18 y los 64 años debe dormir un promedio diario de 8 horas para poder

## Factores Humanos en ATM

recuperarse de una actividad diaria normal. Esta cifra no deja de ser una media ya que las necesidades entre individuos pueden variar.

No obstante, no sólo hay que tener en cuenta la cantidad de horas dormidas sino la calidad de este sueño. Lo ideal para conseguir un sueño reparador y levantarse descansado, es dormir sin interrupciones y profundamente, esto es, incluir ciclos ininterrumpidos de los dos tipos de sueño que existen:

- a. el sueño sin movimientos rápidos del ojo (sueño no-REM<sup>2</sup>); y
- b. el sueño con movimientos rápidos del ojo (sueño REM)

El **sueño no-REM**, o fase de sueño lento, se divide a su vez en cuatro fases con características diferentes, así que en total se pueden distinguir, sumando la fase de sueño REM, cinco fases que se alternan de forma cíclica mientras la persona permanece dormida (cada 90/100 minutos, aproximadamente, comienza un nuevo ciclo de sueño en el que los últimos 20 o 30 minutos se corresponden con la fase REM):

- Fase I: es la fase de sueño ligero, en la que las personas son todavía capaces de percibir la mayoría de los estímulos (auditivos y táctiles). El tono muscular disminuye en comparación con el estado de vigilia y aparecen movimientos oculares lento. El sueño en fase I es poco o nada reparador.
- Fase II: en esta fase el sistema nervioso bloquea las vías de acceso de la información sensorial, lo que origina una desconexión con el entorno facilitándose, por tanto, la actividad de dormir. Esta fase ocupa el 50% del tiempo de sueño en una persona adulta. El tono muscular es menor que en fase I y desaparecen los movimientos oculares. El sueño en esta fase es parcialmente reparador, por lo que no es suficiente para que el descanso se considere completo.
- Fase III: es un sueño más profundo (denominado DELTA), donde el bloqueo sensorial se intensifica. Si el individuo se despierta durante esta fase, se siente confuso y desorientado. En esta fase no se sueña, se produce una disminución del 10 al 30 por ciento de la tensión arterial y del ritmo respiratorio, y se incrementa la producción de la hormona del crecimiento. El tono muscular es aún más reducido que en fase II, y tampoco hay movimientos oculares.
- Fase IV: es la fase de mayor profundidad del sueño, en la que la actividad cerebral es más lenta (predominio de actividad delta). Al igual que la fase III, es esencial para la recuperación física y, especialmente, psíquica, del organismo (déficits de fase III y IV

---

<sup>2</sup> Las siglas REM se corresponden con el nombre en inglés “Rapid Eye Movements”



## Factores Humanos en ATM

causan somnolencia diurna). En esta fase, el tono muscular está muy reducido. No es la fase típica de los sueños, pero en ocasiones pueden aparecer, en forma de imágenes, luces, figuras... sin una línea argumental.

- Fase REM: En esta fase se presentan los sueños en forma de narración, con un hilo argumental, aunque sea absurdo. La actividad eléctrica cerebral de esta fase es rápida. El tono muscular es nulo (atonía muscular o parálisis), impidiendo que la persona dormida materialice sus alucinaciones oníricas y pueda hacerse daño.

Además de la interrupción de ciclos No-REM y REM durante el sueño, factores como el envejecimiento, la presencia de síntomas asociados a trastornos del sueño (por ejemplo, la apnea), la influencia de factores medioambientales (como una inadecuada iluminación o temperatura) o la ingesta de cafeína, alcohol o nicotina, pueden afectar negativamente a la calidad del sueño.

Es importante recordar que los estudios realizados respecto de la calidad del descanso de los CTAs durante el turno de noche en su lugar de trabajo demuestran que este sueño es más ligero y con frecuencia interrumpido (de tipo No-REM), no pudiendo compararse con la calidad del sueño en el domicilio en las condiciones habituales para el individuo.

### 5.3 Pérdida y recuperación del sueño

Como se recogía en el apartado anterior, tanto la cantidad como la calidad del sueño son muy importantes para asegurar al individuo un descanso reparador, por ello la disminución de alguna de estas variables –cantidad y/o duración- aunque sea por una sola noche, reduce la capacidad para el desempeño de las tareas y aumenta la somnolencia. Si bien estos efectos sobre las personas son innegables, el modo en que esta pérdida afecta a cada individuo varía enormemente en función de la tolerabilidad de cada uno ante la privación del sueño.

Esta restricción del sueño es lo que se conoce como “deuda de sueño” que de prolongarse durante varias noches se acumula, contribuyendo a disminuir progresivamente el nivel de atención y la capacidad de trabajo de la persona, es decir, a menor número de horas descansadas mayor degradación del nivel de desempeño. De hecho, debido a este incremento progresivo de los efectos negativos de la privación prolongada de sueño, recuperar un nivel óptimo de las capacidades cognitivas va a requerir de un período de descanso mayor que el periodo de sueño nocturno habitual.

Fruto de la falta de un descanso correcto y suficiente surgen los llamados “microsueños”. Un microsueño se caracteriza por durar tan solo unos segundos en los que el cerebro “desconecta” y el individuo se duerme. Es tan corto que es posible que pase desapercibido, pero durante ese lapso de tiempo el cerebro pierde la conexión con cualquier estímulo exterior, lo que hace que este fenómeno sea especialmente peligroso si la persona se encuentra realizando tareas relacionadas con la seguridad.

## Factores Humanos en ATM

Privar al organismo de manera continuada del descanso a través de periodos de sueño aumenta el riesgo de padecer enfermedades tales como la obesidad, la diabetes tipo 2 o las afecciones cardiovasculares. De hecho para estar saludable, dormir adecuadamente es tan importante como comer de forma equilibrada o mantenerse activo mediante la práctica de algún deporte.

### 5.4 Procesos del sueño e influencia en las capacidades de la persona

Tanto el sueño como la vigilia, periodo durante el cual el individuo está despierto, están regulados principalmente por tres procesos:

- Proceso Circadiano (C), es el reloj corporal interno que regula funciones como la temperatura, la producción hormonal, etc. rigiéndose por un patrón de 24 horas, aproximadamente. Su pico más bajo de actividad ocurre durante la segunda parte de la noche (aproximadamente entre las 3 y las 6 a.m.). Este mínimo conocido como mínimo de la ventana circadiana (WOCL) coincide con el momento donde se alcanza la temperatura basal mínima corporal, produciéndose entonces en el individuo la mayor somnolencia y la menor capacidad de desempeño.
- Proceso Homeostático (S), es el responsable del impulso de dormir tras una cierta cantidad de horas en estado de vigilia, este impulso será mayor cuanto mayor sea el tiempo que el individuo haya estado despierto. En una situación normal de trabajo sin turnos, es decir, trabajo durante el día y sueño nocturno, los procesos C y S están sincronizados. Sin embargo, con el trabajo nocturno estos procesos se desajustan. Durante la noche, a medida que nuestro reloj corporal se acerca a su pico más bajo, el individuo siente progresivamente una mayor necesidad de dormir. Durante el día los dos procesos cambiarán su tendencia por lo que también le resultará difícil conciliar el sueño. Debido a este desajuste, los CTAs pueden tener dificultades para adaptarse a un turno donde necesiten despertarse temprano y por tanto, irse a dormir muy pronto el día anterior. De hecho, si se compara el nivel de rendimiento cognitivo del individuo resulta que éste es menor durante la madrugada y se va incrementando durante las horas siguientes.
- Proceso Vigilia (W), refleja la inercia del sueño, es decir “un estado de transición” entre la disminución de actividad que sucede inmediatamente después de despertar (con la consecuente disminución del rendimiento durante este período), y el estado de vigilancia y atención máximo que aparece cuando el individuo se ha despertado por completo. Para evitar esta reducción de la capacidad de trabajo de una persona que acaba de despertarse es recomendable dejar pasar un tiempo prudencial antes de retomar las tareas, especialmente aquéllas que requieran de un alto nivel de rendimiento de las capacidades de vigilancia y alerta.

## Factores Humanos en ATM

### 5.5 Carga de trabajo, fatiga y nivel de desempeño

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el Documento 9966 Manual para la supervisión de los enfoques de gestión de la fatiga de 2016, define la fatiga como aquel estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o a períodos prolongados de vigilia, fase circadiana, y/o carga de trabajo (actividad mental y/o física) y que puede menoscabar el estado de alerta de una persona y su capacidad para desempeñar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional.

La introducción en la definición del término “carga de trabajo” como una actividad mental y/o física da una idea de la importante relación que guarda este concepto con la fatiga. No obstante, para la carga de trabajo no existe una definición universal, por lo que para evaluarla hay que recurrir a los aspectos que habitualmente se relacionan con ella:

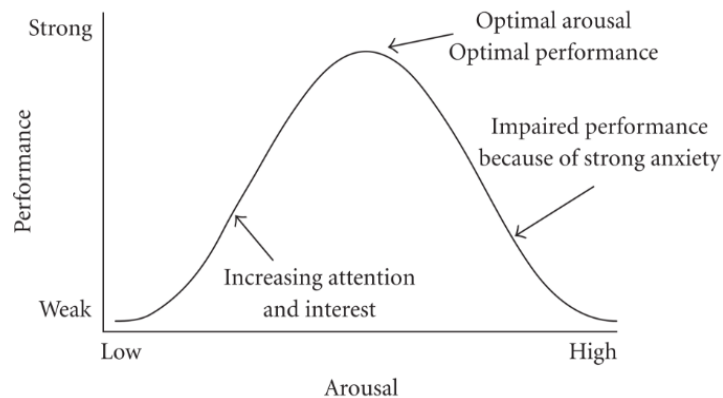
- El tipo y la naturaleza de trabajo que ha de realizarse (en particular la duración, dificultad y complejidad de la tarea, así como la laboriosidad del trabajo).
- Las limitaciones de tiempo (en particular si los horarios vienen dados por las exigencias de las tareas, los factores externos o cada persona).
- Los factores relativos a la capacidad de desempeño de cada persona (en particular su experiencia, capacitación, esfuerzo, historial de sueño y fase circadiana).

El resultado del análisis de estos factores puede variar sustancialmente en función del escenario que consideremos, ya que cada trabajo es diferente y requiere de unas habilidades y capacidades específicas e incluso un mismo trabajo puede requerir de la aplicación diferenciada de estas según el momento.

En general, los estudios realizados sobre la relación entre la carga de trabajo y el nivel de desempeño de la persona respecto de la tarea que realiza demuestran que el mejor nivel de desempeño se obtiene a niveles medios de carga de trabajo. Por un lado, las actividades con una baja carga de trabajo pueden dificultar la motivación y provocar monotonía y aburrimiento, lo que podría revelar una somnolencia fisiológica subyacente y, en consecuencia, reducir el nivel de desempeño. Por otro lado, las situaciones con una elevada carga de trabajo pueden hacer que se rebase la capacidad de una persona fatigada, lo que a su vez podría provocar una disminución de desempeño.

A este respecto, es interesante volver a detenerse en la anteriormente mencionada Ley de Yerkes-Dodson, ya que relaciona el nivel de activación del individuo y su rendimiento, que se puede representar en forma de U invertida. Esto es, el rendimiento será óptimo para un determinado nivel de activación; en cambio, si es demasiado alto, o demasiado bajo, repercutirá de forma negativa en el resultado de la tarea.

## Factores Humanos en ATM



**FIGURA 8 LEY DE YERKES-DODSON**

A bajos niveles de activación, el nivel de rendimiento también es bajo. Esto puede responder a una situación de relajación deseada. Sin embargo, cuando debido a la fatiga o la falta de motivación el nivel de rendimiento alcanzado no coincide con el nivel de rendimiento requerido, se puede perder información, omitir acciones, ser menos vigilantes, escanear insuficientemente, cometer errores y reaccionar mucho más lentamente a los cambios.

Y en caso contrario, cuando el nivel de activación es demasiado alto el individuo comienza a cometer más errores, le es más difícil tomar decisiones y aumenta su tiempo de reacción. Otros inconvenientes también asociados a este estado son la tendencia a reducir la atención y el enfoque, omitir información y la incapacidad para evaluar el riesgo y asignar prioridades.

### 5.6 El Reglamento (UE) 2017/373 y las SARPS de OACI sobre la gestión de la fatiga

Tanto la Unión Europea (UE) como OACI han establecido reglamentos y normas relativos a la gestión de la fatiga, en el caso de la UE también respecto de la gestión del estrés, aspecto que se tratará en el apartado correspondiente a este estado.

La Unión Europea refleja los requisitos sobre la gestión de la fatiga relativa a los controladores de tránsito aéreo en el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 de 1 de marzo de 2017 de la Comisión, por el que se establecen requisitos comunes para los proveedores de servicios de gestión del tránsito aéreo/navegación aérea y otras funciones de la red de gestión del tránsito aéreo y su supervisión. En concreto, en su Anexo IV, Sección 3 donde aparecen los Requisitos sobre Factores Humanos. Las disposiciones de este Reglamento que entra en vigor el 02/01/2020 se complementan con las denominadas Easy Rules de EASA (European Aviation Safety Agency) donde para cada requisito o Implementing Rule, definido en dicho Reglamento se describen medios aceptables de cumplimiento (AMC) y material guía (GM).

Otro Reglamento a tener en cuenta es el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1018 de la Comisión de 29 de junio de 2015 por el que se establece una lista de clasificación de los sucesos en la aviación civil de notificación obligatoria. En su anexo III respecto de los Sucesos

## Factores Humanos en ATM

relacionados con los servicios e instalaciones de navegación aérea, establece la obligatoriedad de notificación, tanto para el proveedor de servicios de tránsito aéreo como para el CTA, respecto de “la fatiga que repercuta, o pueda repercutir, en la capacidad de ejercer de forma segura las funciones de navegación aérea o tránsito aéreo”

Las notificaciones de fatiga constituyen una fuente de información esencial para poder entender, analizar y evaluar los riesgos asociados a la fatiga, tanto si ésta se gestiona mediante un FRMS o de acorde a los límites prescriptivos.

ENAIRe cuenta con un sistema integrado de gestión de riesgos de fatiga y estrés denominado FSRMS Fatigue and Stress Risk Management System.

### 5.7 Aptitud física

#### ➤ Síntomas de fatiga

Antes de comenzar a explicar los síntomas que puede provocar la fatiga, es necesario establecer la diferencia que existe entre el concepto de fatiga y el de cansancio.

Cansancio es el elemento subjetivo de la fatiga y puede o no, estar presente en un cuadro de fatiga dependiendo de varios factores como la motivación, el clima, el interés por el trabajo realizado, las experiencias vividas, etc.

La fatiga es algo objetivo, un estado fisiológico que se manifiesta en disminución de la capacidad de la persona para realizar su trabajo.

Por tanto, la fatiga se produce a consecuencia de un periodo de vigilia prolongada y una acumulación de falta de sueño, y la sensación de cansancio aparece tras la realización de un trabajo intenso, o dicho de otra manera, la fatiga es el agotamiento de la mente o del cuerpo como resultado del trabajo o de la falta de descanso y el cansancio es la sensación del individuo en relación con su nivel de fatiga.

De forma general, podemos hablar de fatiga mental, visual y física, y para facilitar su comprensión, se han incluido algunos de estos síntomas de forma visual:

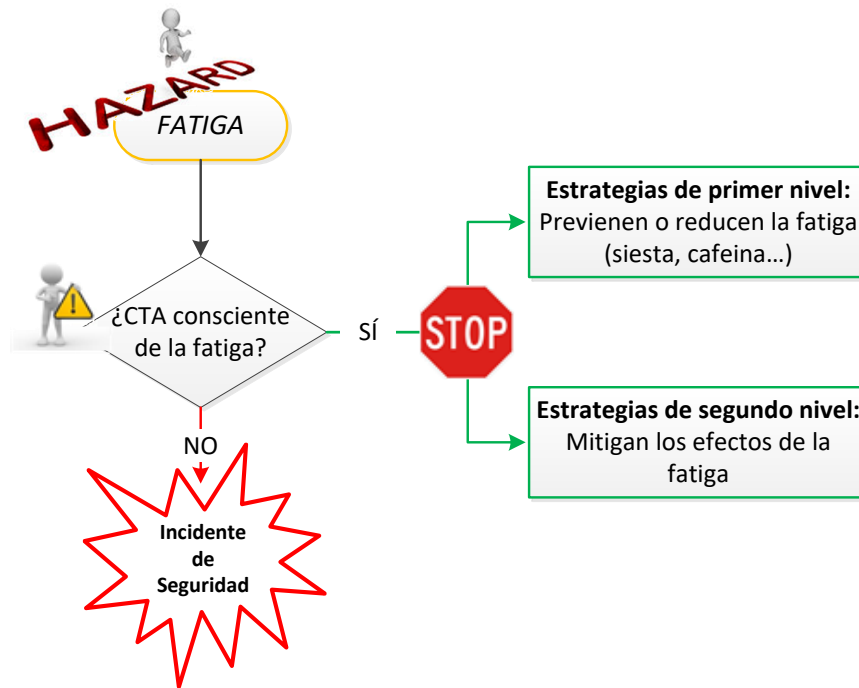
SÍNTOMAS PSICOLÓGICOS DE LA FATIGA	SÍNTOMAS FISIOLÓGICOS DE LA FATIGA
Alteración de la capacidad cognitiva (atención, vigilancia, nivel de alerta)	Dificultad para enfocar/ visión borrosa
Afección a la memoria	Sensación de irritación, dolor o picor en los ojos
Alteración de la capacidad para hacer planes y/o ejecutarlos. Lentitud en las tareas.	Ojos llorosos
Alteración de estados de ánimo	Enrojecimiento de los ojos

## Factores Humanos en ATM

Irritabilidad	Dolores de cabeza, confusión o mareo
Alteración de la percepción del riesgo	Trastornos asociados al sueño

### ➤ Salud y bienestar en relación con el trabajo a turnos

Desde el punto de vista de la seguridad operacional, no es sencillo establecer claramente el impacto causado por la fatiga, ya que depende de la propia conciencia del individuo respecto de su estado y de su habilidad para desarrollar estrategias que mitiguen los efectos perjudiciales de ésta, aunque la consecuencia de la fatiga puede traducirse en un aumento de los errores y, por tanto, de los incidentes de seguridad.



**FIGURA 9 RELACIÓN ENTRE LA FATIGA Y LA SEGURIDAD OPERACIONAL**

El período de actividad aeronáutica nocturna forma parte del sistema de trabajo a turnos adoptado para el control de tráfico aéreo, en el que el personal debe rotar por diferentes turnos para cubrir las necesidades del servicio. Es conveniente recordar los aspectos que diferencia esta profesión respecto de otras industrias:

- La seguridad en las operaciones es siempre un factor crítico.
- Muchas de las dependencias requieren de un servicio H24.

## Factores Humanos en ATM

- El grado de complejidad y dinamismo de las situaciones con las que se enfrenta el personal operativo es muy alto.
- El escenario de trabajo es muy variable y puede fluctuar diaria, semanal y/o estacionalmente.
- Los individuos necesitan mantener un alto nivel de rendimiento.

Por tanto, trabajar por la noche es una característica inherente a la ocupación de CTA y este turno presenta una serie de peculiaridades que le hacen diferente respecto del mismo trabajo desarrollado durante el día, ya que tanto las condiciones del entorno (por ejemplo: físicas -falta de luz-, o propias del tráfico -reducción de la afluencia-) como las del propio individuo (fisiológicas) son distintas.

El trabajo a turnos puede perjudicar la salud, ya que el organismo se adapta mal a los continuos cambios de horario. Los aspectos que se ven afectados por el trabajo a turnos se clasifican en tres grandes grupos:

- a. Alteraciones del sueño
- b. Problemas de salud tanto física como psicológica
- c. Dificultades en la vida familiar y social

La falta de horas de sueño conlleva la aparición de patrones diferentes de actividad cerebral, y conduce a una disminución de la capacidad en la toma de decisiones, que es la tarea principal del controlador aéreo. La calidad del sueño diurno no es la misma que la del nocturno, ya que el nocturno es el auténticamente reparador y su ausencia produce fatiga crónica.

Los controladores de tránsito aéreo (CTA) con horarios de trabajo no adaptados a los ritmos circadianos, pueden sufrir alteraciones del sueño y en los hábitos de alimentación, así como debilidad, ansiedad, irritabilidad, y depresión. También hay evidencias objetivas que muestran una reducción en el estado de alerta y atención, y un aumento de los tiempos de reacción y toma de decisiones, con pérdida de memoria a corto plazo, errores de cálculo y en general un rendimiento operativo menor, con riesgo para la seguridad.

La perturbación de las variaciones circadianas del funcionamiento fisiológico producido por la necesidad de permanecer despierto y trabajando en horas biológicamente anómalas, y de dormir durante el día, es uno de los rasgos más estresantes del trabajo a turnos. La tolerancia del trabajo a turnos varía sensiblemente de una persona a otra debido a diferencias individuales como la edad, el sexo, la condición física, la flexibilidad para conciliar el sueño, y la capacidad para superar la somnolencia. Los efectos negativos del trabajo a turnos pueden deberse, no solo al desfase entre los ritmos circadianos y las condiciones de vida, sino también a las condiciones de trabajo adversas, como ruidos, iluminación deficiente, vibraciones etc.

## Factores Humanos en ATM

El trabajo a turnos afecta a la vida familiar y social al interferir en los horarios de las actividades cotidianas y la conciliación familiar. Los problemas generados se incrementan con la edad, y el tiempo que una persona ha estado sometida a un trabajo a turnos, el tipo de los mismos, la carga de trabajo, etc.

### 6. Estrés

#### 6.1 Explicación del proceso del estrés de forma sencilla

El estrés es una respuesta psicofisiológica ante un estímulo, externo o interno, que emerge cuando el organismo interpreta que los recursos disponibles para hacer frente al estímulo no son suficientes para adaptarse a él y ante estos estímulos se dispara una respuesta.

Considerando su influencia en los seres humanos, podemos considerar el estrés como un estado causado por una situación que reduce la eficacia en el trabajo, produce modificaciones en la conducta y es causa de problemas de salud.

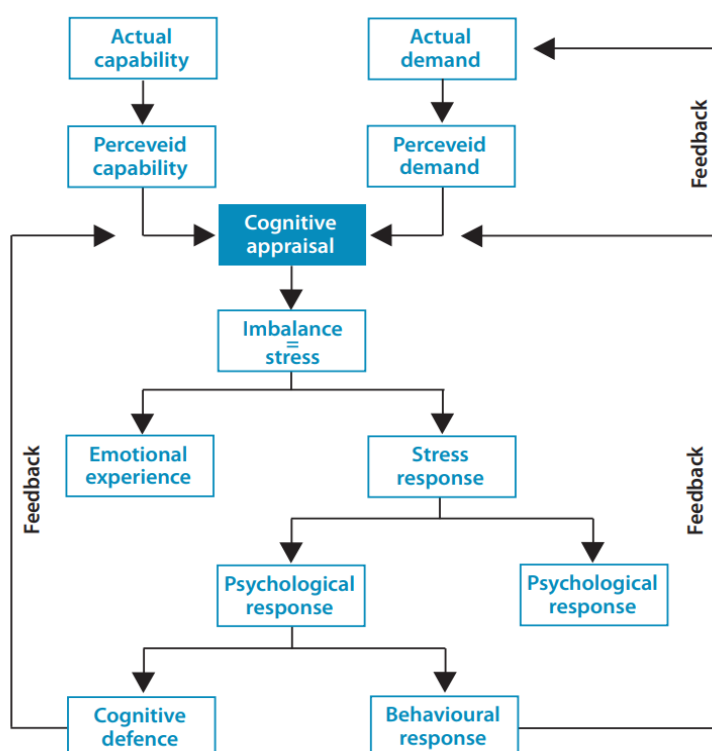
<b>COMPONENTES</b>	a)	Endocrina (cambio en el equilibrio hormonal, neurotransmisores y neuromoduladores)
	b)	Autónoma (el sistema nervioso autónomo actúa para preparar al organismo para hacer frente al estímulo, afectando fundamentalmente a la musculatura lisa)
	c)	Conductual (normalmente a través de la musculatura facial, o tensando la musculatura motora)
<b>TIPOS</b>	a)	Agudo, debido a factores que causan estrés de modo puntual a la persona
	b)	Crónico, que es el resultado de presiones largo tiempo mantenidas y suele ser de naturaleza emocional
<b>VARIABLES QUE DETERMINAN COMO AFECTA AL INDIVIDUO</b>	a)	El tipo de factor estresante, según el modelo de Lazarus & Folkman, que indica que si la persona tiene expectativas de poder gestionar el estímulo se genera eustrés, y si no, distrés



## Factores Humanos en ATM

	b)	El tipo de individuo y los recursos que tenga para hacerle frente.
ATENCIÓN	a)	cuando existen pocos estímulos la atención puede centrarse y mejorará el desempeño de la tarea por parte del controlador
	b)	Si la situación se vuelve compleja con muchos estímulos (sobrecarga), disminuirá el desempeño del controlador

Un modelo ampliamente empleado es el modelo transaccional de Cox-Mackay, que tiene en cuenta no solo demanda y capacidad real, sino también la autopercepción del individuo:



**FIGURA 10 MODELO TRANSACCIONAL DEL ESTRÉS DE COX-MACKAY. FUENTE: “MANAGING STRESS IN ATM”, EUROCONTROL**

---

## Factores Humanos en ATM

---

### 6.2 Relación de los síntomas del estrés en el individuo

#### 6.1.1 Fisiológicos

Trastornos cardiovasculares (palpitaciones, aumento presión arterial, aumento frecuencia cardiaca...)

Trastornos respiratorios

Sudoración

Trastornos del sueño

Trastornos gastrointestinales (náuseas, diarrea, estreñimiento, síndrome de intestino irritable, etc.)

Problemas musculares (rigidez de espalda, cuello, contracturas...)

Trastornos psicosomáticos

Dolores de cabeza, migrañas

Otros síntomas fisiológicos

#### 6.1.2 Psicológicos

Afectivos/emocionales: alteración de estados de ánimo, irritabilidad, impaciencia, frustración, pesimismo, sensación de pánico o miedo, ansiedad, depresión (causada por el estrés)

Cognitivos: afectación a la atención, vigilancia, nivel de alerta; afectación a la capacidad para hacer planes y/o ejecutarlos; realizar acciones no deliberadas (activación de funciones de forma no intencionada).

#### 6.1.3 Conductuales

Problemas de autocontrol, confianza o autoestima,

Automedicación, consumo de alcohol o drogas

Fatiga, problemas del sueño

Absentismo

Aislamiento social

Afectación al desempeño laboral

### 6.3 El estrés de los Controladores de tránsito aéreo

El control del tráfico aéreo requiere adaptarse a un entorno de trabajo en constante evolución, dentro de limitaciones de tiempo restringidas, con el potencial riesgo de inducir altos niveles de estrés en el individuo. El estrés experimentado por los controladores aéreos es siempre único para el individuo y su interacción con el entorno. Sin embargo, el trabajo del controlador de tránsito aéreo es muy exigente debido a la gran responsabilidad que conlleva el desempeño de sus funciones, por lo que en ocasiones puede ocasionar altos niveles de estrés, debido a las numerosas habilidades y nivel de conocimiento necesario para ejercer esta profesión.

## Factores Humanos en ATM

A continuación, se enumeran las principales habilidades requeridas en relación al control de tránsito aéreo:

- Habilidades espaciales visuales,
- Percepción
- Proceso de la información,
- Reconocimiento de imágenes y patrones
- Priorización adecuada
- Resolución lógica de problemas
- Aplicación de reglas y procedimientos
- Toma de decisiones
- Comunicación interpersonal
- Trabajo en equipo
- Uso de vocabulario técnico

El entorno ATC es particularmente rico en factores potenciales de tensión. Los factores estresantes pueden ser muchos, uno por uno de una forma aislada no necesariamente tienen que causar estrés, pero la acumulación de varios de ellos puede llevarnos a una situación inmanejable. Se pueden diferenciar cuatro estados del estrés en relación con las tareas propias de control:

- Hipoestrés: Cuando el controlador de tránsito aéreo (CTA) se aburre o desempeña una tarea rutinaria siente poco interés y tensión, con lo cual su desempeño puede ser pobre y las posibilidades de cometer errores son altas.
- Eustrés: Si la tarea se hace más interesante o urgente se producirá más tensión (positiva) y entraremos en la zona de mejor rendimiento. Esto se produce cuando podemos concentrarnos en la tarea sin que la presión nos desborde.
- Hiperestrés: Como seres humanos tenemos una capacidad de atención limitada, nuestra memoria de trabajo no puede manejar más de seis o siete ítems y aunque nuestro cerebro sea un potente procesador, no puede resolver varios conflictos al mismo tiempo. Si la tarea nos sobrepasa por sobrecarga de trabajo, o un nivel de conflictividad muy alto, la calidad de nuestro trabajo disminuirá al desbordar nuestra capacidad de concentración y atención, y aumentará la ansiedad, distracciones, demora en las decisiones etc. con lo cual aumentarán las posibilidades de cometer errores. Estamos hablando de Hiperestrés si nuestro trabajo, conlleva la sensación de pérdida de control sobre la situación, inseguridad e incertidumbre, nos sentimos sobrepasados por el tráfico, vamos por detrás del tráfico, no gestionamos con eficiencia, comunicamos con

## Factores Humanos en ATM

dificultad, ya que no somos capaces de asimilar la información que recibimos, y bajo tensión, tendemos a concentrarnos en los aspectos centrales o en las señales más frecuentes y reconocibles y a rechazar las fuentes menos probables de información.

- Distrés: Cuando los procedimientos que empleamos para controlar son nuevos y todavía no estamos familiarizados con ellos, y nuestra calidad en la gestión y resolución de conflictos se resiente.

En términos generales, el estrés experimentado por un controlador de tráfico aéreo en el trabajo es una función de sus niveles subyacentes de estrés, relacionados con su estilo de vida, su salud y bienestar, la personalidad, el entorno organizativo/laboral, sus niveles de satisfacción vitales, así como el estrés agudo impuesto por las condiciones operativas. De acuerdo con EASA (GM1 ATS.OR.310 Stress – RE 2017/373) podemos distinguir tres fuentes principales de estrés en el ámbito de control aéreo: estresores ambientales/físicos, estresores relacionados con la tarea y relativos al individuo.

### ➤ Estresores ambientales/físicos

Los factores de estrés físicos son condiciones subyacentes que pueden ser internas del cuerpo humano (hambre, dolor, falta de sueño, etc.) o factores ambientales externos (contaminación acústica, calor, etc.).

El estrés no depende únicamente de la intensidad de un estímulo, sino también de la duración de la exposición. Por ejemplo, un ruido agudo pero persistente puede causar tanto estrés como un ruido fuerte repentino.

En el contexto de la sala de control o fanal de la torre de control, algunos estresores ambientales/físicos comunes podrían ser: temperatura inadecuada, espacio de trabajo incómodo, calidad del aire, condiciones de iluminación y ruido o vibración intrusiva.

### ➤ Estresores relacionados con la tarea

El estrés en el lugar de trabajo puede provenir de una variedad de fuentes además de estímulos físicos. Algunas de estas incluyen:

- Una alta carga de trabajo sostenida
- Tráfico muy heterogéneo
- Equipos inadecuados o poco fiables
- Procedimientos inapropiados e imprecisos

## Factores Humanos en ATM

- Equipos complejos que no favorezcan su uso o entendimiento
- supervisión de personal en instrucción o menos experimentado
- Desfase entre la carga de trabajo y habilidades técnicas del controlador
- Ambigüedad de roles, afectando a la definición de responsabilidades;
- Conflicto interpersonal entre profesionales
- Problemas socio-laborales
- Situaciones inusuales, incidentes, emergencias o accidentes, pueden conducir a la experiencia de estrés por incidente crítico.

### ➤ Estresores relativos al individuo

Los factores de estrés personales incluyen una variedad de eventos que ocurren a lo largo de la vida de las personas, y no necesariamente relacionados con el desempeño de su profesión. La creencia de que tales factores estresantes se pueden dejar en casa es un mito, y estos factores de estrés personales acompañan a los controladores de tráfico aéreo en su trabajo diariamente.

Cuestiones personales como el estado de salud, la vida personal y los principales eventos de la vida, como la muerte de un ser querido, nacimientos, matrimonio, divorcio, etc., pueden ser situaciones muy estresantes a las que las personas tienen que hacer frente. Cuando el estrés es excesivo, también tiene una implicación directa en el trabajo debido a la distracción que causan y el esfuerzo mental requerido para resolver estas situaciones.

A continuación, se enumeran una serie de factores estresantes reconocidos por los controladores aéreos en varios estudios:

- Caída de equipos
- Condiciones de tráfico muy elevadas
- Miedo a causar accidentes
- Falta de tiempo
- Falta de conocimiento
- Incertidumbre
- Cambios en los procedimientos
- Evaluaciones continuas de la competencia
- Incertidumbres en la carrera profesional

## Factores Humanos en ATM

- Trabajo a turnos
- Temas laborales

### 6.4 Efectos del estrés en el desempeño mental y físico de las tareas propias del ámbito de control aéreo

En términos generales, el desempeño de las tareas disminuye debido a los efectos perjudiciales que los altos niveles de estrés pueden tener en la percepción, la conciencia situacional o la toma de decisiones. A continuación, se detallan una serie de efectos en el rendimiento del controlador de tránsito aéreo que pueden estar relacionados con el estrés, y que podría suponer una implicación directa en la seguridad de las operaciones:

- Dificultades de concentración y problemas para mantener la vigilancia activa
- Errores, omisiones, equivocaciones, acciones incorrectas, afección a la memoria y al buen juicio
- Tendencia a proceder “de la manera más rápida” o “de la manera más fácil”
- Tendencia a pasar la responsabilidad a otros, y no asumir la propia
- Fijación mental
- Evitar tomar decisiones, las cuales tienden a posponerse
- No disponer de “plan B”
- Propensión a asumir más riesgos
- Precipitarse a la hora de tomar decisiones, debido al efecto de la adrenalina en el organismo. La precipitación puede incrementar el número de errores
- En caso de niveles de estrés significativos, el controlador a menudo va a tender a utilizar procedimientos que ya no están operativos, va a olvidar el uso de la fraseología normalizada, utilizará su lengua materna, etc.

La gestión de riesgos relativos al estrés debe ser considerada un componente vital de la organización al proporcionar una oportunidad significativa de maximizar el bienestar del personal ATM, con el propósito final de mejorar la seguridad y la eficiencia. En ese sentido, la normativa europea sugiere una serie de medidas de mitigación:

- La adopción de una política de estrés y un programa de gestión de estrés por incidente crítico dentro de la organización

## Factores Humanos en ATM

- Monitorizar y gestionar los riesgos asociados al estrés de forma proactiva y sistemática de manera que revierta en un beneficio para la seguridad de las operaciones.
- Mitigar el impacto operacional del estrés en los Controladores de Tránsito Aéreo.
- Proveer de la formación/información y educación pertinente a los empleados en materia de estrés
- Establecer mecanismos de actuación en el caso de que se manifieste un nivel de estrés tal que impida llevar a cabo tareas críticas de seguridad.
- Promover actividades que ayuden a mitigar el estrés

### 6.5 Gestión del estrés ante incidente crítico: Programa CISM

El programa CISM o Gestión del Estrés por Incidente Crítico, es un protocolo de intervención desarrollado específicamente para cubrir el apoyo psicológico del personal operativo, y así evitar reacciones de estrés post-traumático derivado de un incidente crítico. Es un proceso formal, muy estructurado y profesionalmente reconocido para ayudar a los controladores aéreos a compartir sus experiencias, descargar emociones y aprender sobre los síntomas y reacciones del estrés tras un suceso traumático. El programa CISM es confidencial, voluntario y educativo, y se suele conocer como “primeros auxilios psicológicos”.

Un incidente crítico se define como un evento que sucede repentinamente o inesperadamente y que, dependiendo de cada persona, tiene el potencial de crear distrés severo, que causa molestia o inhabilitación para el ejercicio de sus funciones en ese momento o posteriormente. Critical Incident Stress Management o CISM, describe el conjunto de medidas y estrategias para afrontar satisfactoriamente estos sucesos y prevenir las enfermedades y consecuencias negativas en la salud de los mismos.

Un incidente crítico puede evocar reacciones de estrés fisiológicas o psicológicas muy acusadas, que normalmente se manifiestan con una serie de síntomas característicos a nivel físico, cognitivo, emocional y conductual. Algunos ejemplos incluyen ansiedad, dificultad en la toma de decisiones, problemas de conciliar el sueño, comportamiento anti-social, etc.

En un entorno ATC pueden ser considerados incidentes críticos los siguientes ejemplos:

- Accidentes.
- Desastres que supongan daños devastadores.

## Factores Humanos en ATM

- Gestión de aeronaves en emergencia.
- Sucesos que desemboquen en fallecimiento.
- Situaciones relacionadas con incidentes de vulneración mínimas de separación.
- Fallecimiento de familiares o compañeros de trabajo.
- Situaciones potenciales cercanas a incidentes o accidentes.
- Situaciones de violencia (experimentada o bien presenciada).
- Hechos delictivos, agresión o amenazas.

Dada la importancia de las consecuencias descritas, ENAIRe decidió implantar un programa CISM como una ayuda estructurada a la reacción humana ante incidencias ATC de carácter traumático, con el objeto de moderar el impacto del mismo sobre el controlador de tránsito aéreo y acelerar su regreso a la normalidad laboral.

La metodología propuesta consiste en la implementación de un programa CISM en la organización, basada en un modelo Peers. Peer es la denominación inglesa, que, en este caso, hace referencia a un controlador de apoyo, formado específicamente para atender psicológicamente a otros controladores tras la ocurrencia de un incidente crítico. Esta intervención se ha de complementar con asistencia psicológica profesional, cuando se estime necesario.

El programa ha de disponer de un grupo de Peers voluntarios, seleccionados y formados específicamente en CISM siguiendo las recomendaciones y estándares de la International Critical Incident Stress Foundation (ICISF).

Los Peers deben ser controladores aéreos con una amplia experiencia en la profesión, específicamente seleccionados y formados para apoyar a otros controladores que precisen una intervención debido al estrés generado por un incidente crítico. Son controladores que se ofrecen voluntarios para operar el CISM. Las principales tareas a realizar serán:

- Proporcionar intervención inmediata a la crisis
- Proporcionar asesoramiento psicológico a los compañeros afectados
- Organizar el apoyo profesional a la salud mental del controlador afectado cuando sea necesario

La adecuada selección de los Peers es crucial para que el proyecto tenga éxito, y que las



## Factores Humanos en ATM

intervenciones sean adecuadas. Tal y como recomienda EUROCONTROL (1997, 2008), el perfil idóneo del controlador de apoyo es el siguiente:

- Ser emocionalmente estable
- Ser sensible a los problemas y saber escuchar a los demás
- Con actitud abierta al aprendizaje
- Aceptar estar disponible para sus compañeros en su tiempo libre si fuera necesario
- Ser fiable: una persona en la que uno sienta que puede depositar su confianza
- Ser una persona respetada por el resto, tanto por sus cualidades profesionales como por sus cualidades humanas
- Que entienda la importancia de la confidencialidad
- Tener habilidades sociales y capacidad de empatizar
- Conocer las limitaciones del CISM: ser consciente de que su labor es proporcionar primeros auxilios, no asistencia psicológica profesional
- Tener experiencia en la gestión de situaciones inusuales
- Tener conocimiento operacional adecuado del entorno ATC.

Podemos resumir el programa en cinco fases:

1. Comunicación y divulgación. Comprende la comunicación y divulgación iniciales del programa CISM a todo el colectivo de control.
2. Selección y Formación de los Peers y Grupos de interés. Comprende la valoración y selección de los candidatos, así como la formación de los candidatos seleccionados, en base estándares reconocidos a nivel internacional. En el caso de ENAIRe el proceso de selección se basa en requisitos establecidos en el documento de EUROCONTROL (2008) Human Factors – Critical Incident Stress Management: User Implementation Guidelines, edición 2.0.
3. Intervención del Peer con el controlador aéreo que ha experimentado un incidente crítico, e intervenciones posteriores si fuera necesario.
4. Derivación a un profesional médico cuando proceda. Comprende la intervención de psicólogos profesionales para los casos más graves de estrés post-traumático en que la intervención del Peer no ha sido suficiente, o aquellos casos que el peer valore directamente como fuera de su ámbito de actuación.

---

## Factores Humanos en ATM

---

5. Evaluación periódica del programa. Es necesario desarrollar y llevar a cabo la evaluación periódica del programa CISM, con el fin de medir la efectividad y buscar posibles mejoras del mismo. Normalmente, este tipo de evaluación se realiza mediante cuestionarios a los usuarios del programa, totalmente anónimos. Todo ello quedará recogido en un informe anual del programa CISM. A efectos de estadística, se llevará un control del número de veces que se activa el programa respecto al número de incidencias, así como cuántas activaciones del programa necesitan llegar a la intervención de Psicólogos Profesionales.

## 7. Error humano

El error humano es inevitable y también necesario para promover el aprendizaje, y entender las debilidades de los sistemas. El error humano no puede ser eliminado completamente de la ecuación en aviación, pero sí podemos identificar aquellos contextos operacionales y condiciones que los facilitan. Como profesionales operativos, cuando trabajamos bajo presión extrema, tendemos a actuar de aquella forma que sabemos que normalmente funciona, y en ocasiones a omitir acciones ante la presión de la operación. Por este motivo debemos asegurar que nuestra organización esté preparada para minimizar el impacto de cualquier error, actuando preventivamente. Como organización, los factores subyacentes a la naturaleza del error son, precisamente, la parte esencial a integrar en su sistema de gestión de seguridad, porque es donde se puede mitigar el riesgo y fortalecer el propio sistema. De esta forma, se evita una presión innecesaria sobre el componente más valioso y flexible, el ser humano, y se consigue un sistema más robusto y resiliente.

En un contexto operativo, podemos definir el error como una situación en la que una secuencia planificada de acciones no consigue lograr el objetivo. En el sistema ATC, cuando hablamos de error nos referimos a toda la organización y no exclusivamente a los errores cometidos por los controladores de tránsito aéreo en el desempeño de su profesión.

### 7.1 Modelo GEMS de Reason

El General Error Modelling System de Reason es una de las clasificaciones de tipos de error más sencillas y extendidas, que clasifica los errores como consecuencia de un comportamiento intencional o no intencional y pueden subdividirse a su vez en deslices, lapsos y equivocaciones, dependiendo del grado de intencionalidad que los preceda y del proceso cognitivo más relevante en su aparición.

## Factores Humanos en ATM

- Deslices: son acciones no intencionales resultantes de un fallo o laguna en la atención, como pueden ser una omisión, una inversión o una alteración en el orden o el tiempo en una secuencia.
- Lapsus: son acciones no intencionales resultantes de fallos en la memoria debida al olvido de una intención o la omisión de aspectos previstos.
- Equivocaciones: Son acciones intencionales resultantes de errores de planificación, y se basan en la aplicación incorrecta de una regla correcta, o bien de la aplicación de una regla correctamente, pero en una situación para la que no es adecuada.

Los deslices y lapsus son esencialmente respuestas automáticas, sin decisión consciente, mientras que las equivocaciones parten de decisiones basadas en conocimiento, experiencia y modelos mentales que han funcionado correctamente en el pasado.

Los deslices (slips) están relacionados con el control de los procesos atencionales, y se suelen reducir mediante entrenamiento procedimental (para automatizar respuestas robustas), entrenamiento atencional, monitorización mutua, y el empleo de procedimientos y checklists.

Los lapsus están relacionados con el control de los procesos mnemónicos y de gestión de información en la memoria de trabajo. Olvidos de información reciente, fallo en la memoria prospectiva (es decir, recordar qué iba a hacer más adelante), o sencillamente no almacenar algo de información son ejemplos en los que intervienen los lapsus. Es el tipo de error más frecuente, y se mitiga mediante refrescos frecuentes de la información y ayudas cognitivas externas, como anotar en etiqueta, anotaciones en ficha o en un papel o cualquier otro tipo de muleta cognitiva. Uno de los mayores problemas relacionados con la mitigación de este tipo de errores es no reconocer que todos somos vulnerables a este tipo de errores en mayor o menor medida.

Las equivocaciones están relacionadas con los procesos de mantenimiento de la conciencia situacional y con los procesos de toma de decisiones. Una conciencia situacional no actualizada, o con información que hace que el modelo mental no sea correcto lleva a decisiones incorrectas. Por otra parte, los sesgos cognitivos, procesos heurísticos que generan una tendencia natural hacia cierto tipo de decisiones, pueden condicionar una decisión y llevar a aplicar una regla que no es la adecuada para una situación, o fallar en la forma de aplicar una

## Factores Humanos en ATM

regla correcta. Se tienden a mitigar mediante procedimientos y estandarización de métodos de trabajo, pero también es importante mitigar a través del estado mental (mindset) de cada profesional, siendo consciente de que todos somos vulnerables a sesgos que nos pueden llevar a situaciones comprometidas. Como ejemplos de estos sesgos podríamos citar el sesgo de continuidad de plan, el sesgo de expectativa, o el sesgo de familiaridad.

Los **sesgos** cognitivos tienen su origen en procesos mentales heurísticos. Estos procesos capturan información del entorno y generan reglas rápidas de aplicación del tipo “si A, entonces B”. Tienen una gran utilidad desde un punto de vista adaptativo, puesto que permiten aprender y automatizar reglas esenciales para nuestra supervivencia, pero que, en un entorno complejo como el ATM, o en la vida occidental actual, pueden interferir de forma no deseada con nuestras conductas. En general, hay cuatro grandes familias de sesgos:

- Los que deciden qué debo recordar
- Los que filtran información cuando hay demasiada y orientan la atención hacia determinados estímulos
- Los que aparecen cuando necesito actuar rápido
- Los que surgen cuando la información que manejamos no tiene suficiente significado

### 7.2 Modelo TEM (Threat and Error Management)

El modelo TEM es un concepto desarrollado por OACI, que busca identificar el origen y la gestión de los errores en la interacción entre los controladores y su contexto operacional, (organización, procedimientos, condiciones ambientales). Este método permite establecer cómo se originan los errores, cómo se responde a los errores, cómo se detectan y cuáles son las consecuencias.

La clave del modelo es el análisis de acciones u omisiones que generan un estado inseguro, en el que la situación no desemboca en un suceso, con el fin de detectar y capturar posibles errores, tanto individuales como de equipo, como mecanismo para crear seguridad.

## Factores Humanos en ATM



FIGURA 11 EL MODELO TEM DEFINIDO POR OACI

En la operación del trabajo diario del controlador hay tres componentes básicos en función del riesgo:

### ➤ Amenazas

Son errores externos o incidencias que aumentan la complejidad de la situación operacional y que tienen lugar sin que las haya propiciado el controlador. El controlador deberá ingeniárselas para que no se reduzcan los márgenes de seguridad. En este apartado incluimos, por ejemplo, indicativos de llamada similares, procedimientos locales que no están normalizados, restricciones del espacio aéreo, condiciones meteorológicas adversas, congestión del espacio aéreo, contingencias, etc., y equivocaciones cometidas por personas que no trabajan en el entorno operativo. Las amenazas pueden anticiparse o no:

- Amenazas previsibles: cuando el controlador puede prever su aparición, como meteorología adversa.
- Amenazas imprevistas: que pueden surgir inesperadamente como por ejemplo cuando un piloto copia las instrucciones transmitidas a otro. En este caso, el controlador debe aplicar toda su pericia, entrenamiento y experiencia para solventar la situación.

Un factor esencial para resolver las amenazas, sean previstas o no, es la posibilidad de detectarlas a tiempo para permitir al controlador tomar las decisiones adecuadas. El TEM parte de la premisa de que los errores y amenazas no son eliminables y por lo tanto, hemos de saber idear estrategias para afrontarlas. No siempre hay una relación directa y lineal entre Amenaza-Error-Estado no deseado. Las amenazas pueden, en ocasiones, llevarnos a estados

## Factores Humanos en ATM

no deseados sin haber cometido errores. Los controladores aéreos, en ocasiones, pueden cometer errores en el desempeño de sus funciones operativas, aunque no haya amenazas.

### ➤ Errores

Se materializan en decisiones u omisiones por parte del controlador que nos llevan a que no se cumplan los objetivos planificados y que se comprometan los márgenes de seguridad. El no afrontar adecuadamente los errores nos puede llevar a situaciones no deseadas. Los errores pueden ser espontáneos, estar ligados a amenazas o formar parte de una cadena de errores.

### ➤ Estados no deseados

Los errores y amenazas que forman parte del trabajo cotidiano del controlador pueden generar estados no deseados (undesired states), y estas situaciones no deseables, pueden convertirse en un riesgo para la seguridad. Para el método TEM como herramienta en el análisis de los riesgos a la seguridad de las operaciones, es tan importante estudiar las circunstancias no deseadas que se pueden crear en el desarrollo de las operaciones, como el análisis de los errores y amenazas potenciales.

Podemos definir las situaciones no deseadas como aquellas en las que ha fallado la planificación prevista y como consecuencia, se reducen los límites de seguridad, por ej.: una aeronave que asciende a un nivel de vuelo no autorizado o que vira a un rumbo no planificado. Estas circunstancias creadas por haber gestionado mal los errores o amenazas previas han de ser afrontadas por los controladores, si lo hacen bien restauraran los márgenes de seguridad reglamentarios y si no es así se podría desencadenar un incidente o accidente.

Es importante distinguir entre las circunstancias no deseadas y el resultado o consecuencia de las acciones. Mientras estemos en un estado no deseado, podemos resolver la situación mediante la aplicación de medidas oportunas, pero una vez que se produce un desenlace ya no se puede volver atrás.

Lo más relevante de cara a los estados no deseados es que de forma implícita, el control de tránsito aéreo consiste en la detección de estados no deseados, tanto los que aparecen de forma natural por la propia evolución del tráfico y del contexto, como los que se generan por la propia actuación ATC. Entrenar la detección de estados no deseados es esencial para consolidar estrategias de trabajo seguros, y el conocimiento en factores humanos permite adelantarse a amenazas internas y estados no deseados.

## Factores Humanos en ATM

### 8. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2001). *Principios Ergonómicos Relativos a la Carga de Trabajo Mental. UNE-EN ISO 10075-1*, y 2. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005). *Principios Ergonómicos Relativos a la Carga de Trabajo Mental. UNE-EN ISO 10075-3*. Madrid: AENOR, 21 p.
- Dekker, S. (2006) "Resilience Engineering: Chronicling the Emergence of Confused Consensus". In *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. ed. by Hollnagel, E., Woods, D. D. and Leveson, N. G. Aldershot: Ashgate, 77-92.
- Edwards, E. (1972). "Man and machine: Systems for safety". In *Proc. of British Airline Pilots Associations Technical Symposium*, (pp. 21-36). British Airline Pilots Associations, London.
- Edwards, E. (1988) "Introductory Overview" in E.L. Wiener & D.C. Nagel (Eds) *Human Factors in Aviation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Endsley, M.R., (1999) "Situational Awareness in Aviation Systems". In *Handbook of Aviation Human Factors*. ed. by Garland, D.J., Wise, J.A., and Hopkin, V.D. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 257-276.
- Endsley, M. R. (1996) "Automation and Situation Awareness". *Automation and Human Performance: Theory and Applications*, 163-181.
- EUROCONTROL (2014) Systems Thinking for Safety: Ten Principles. A White Paper. Moving Towards Safety II. Brussels: EUROCONTROL.
- EUROCONTROL (2013) From Safety-I to Safety-II. A White Paper. Brussels: EUROCONTROL.
- EUROCONTROL/FAA Action Plan 15 Safety (2010) *Human Performance in Air Traffic Management Safety. A White Paper*. Brussels: EUROCONTROL.
- EUROCONTROL (2008) Critical Incident Stress Management: User Implementation Guidelines. Brussels: EUROCONTROL.
- EUROCONTROL (2008) EATCHIP Human Resources Team, Human Factors Module: Critical Incident Stress Management. Brussels: EUROCONTROL.
- Everly, G.S. (2006) *Assisting Individuals in Crisis*. 4th edn. Ellycott City, MD: International Critical Incident Stress Foundation.
- Everly, G.S., Mitchell, J.T., (1997) *Innovations in Disaster and Psychology, Volume Two: Critical Incident Stress Management, a New Era and Standard of Care in Crisis Intervention*. Ellycott City, MD: Chevron.

## Factores Humanos en ATM

- Hollnagel, E. (2014) *Safety-I and Safety-II. The Past and Future of Safety Management*. Farnham: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2009) *The ETTO Principle: Efficiency-Thoroughness Trade-off: Why Things that Go Right Sometimes Go Wrong*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Hopkin, V.D. (1995) *Human Factors in Air Traffic Control*. London: Taylor and Francis.
- Isaac, A.R. and Ruitenberg, B. (1999). *Air Traffic Control: Human Performance Factors*. Aldershot: Ashgate.
- Leonhardt, J. and Vogt, J. (Eds.) (2006) *Critical Incident Stress Management CISM in Aviation*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Mitchell, J.T., (2006) *Critical Incident Stress Management (CISM): Group Crisis Intervention*. 4th edn. Ellycott City, MD: International Critical Incident Stress Foundation.
- Mitchell, J.T., Everly, G.S. (1996) *Critical Incident Stress Debriefing. An Operation Manual for the Prevention of Traumatic Stress among Emergency Services and Disaster Workers*. 2nd edn. Ellycott City, MD: Chevron.
- Mitchell, J.T., Everly, G.S. (1994) *Human Elements Training for Emergency Services, Public Safety and Disaster Personnel: an Instructional Guide to Teaching Debriefing, Crisis Intervention and Stress Management Programs*. Ellycott City, MD: Chevron.
- OACI (2016) *Manual para la Supervisión de los Enfoques de Gestión de la Fatiga*. Doc 9966. 2nd ed. Montreal: OACI.
- OACI (2011) *Manual sobre la Observación Continua del Programa Universal de Auditoría de la Vigilancia de la Seguridad Operacional*. Doc 9735 AN/960. 3rd ed. Montreal: OACI.
- OACI (2005) *Manejo de Amenazas y Errores (TEM) en el Control de Tránsito Aéreo*. CIR 314 AN/178 Montreal: OACI.
- OACI (1994) *Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Investigación de Accidentes e incidentes de Aviación*. Montreal: OACI.
- Rankin, A., Lundberg, J., Woltjer, R., Rollenhagen, C., and Hollnagel, E. (2014). “Resilience in Everyday Operations a Framework for Analyzing Adaptations in High-Risk Work”. *Journal Of Cognitive Engineering and Decision Making* 8 (1), 78-97.
- Rasmussen, J. (1986) *Information Processing and Human-Machine Interaction*. Amsterdam: Elsevier.
- Rasmussen, J. (1985) “Trends in Human Reliability Analysis. *Ergonomics*, 28 (8), 1185-1196.
- Rasmussen, J. (1983) “Skills, Rules and Knowledge: Signals, Signs and Symbols; and other Distinctions in Human Performance Models”. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13, 257-266.



## Factores Humanos en ATM

Reason, J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Farnham: Ashgate.

Reason, J. (1990) *Human error*. New York: Cambridge University Press.

Reason, J. (1987) "Generic Error-Modelling Systems (GEMS). A Cognitive Framework for Locating Common Human Error Forms". in *New Technology and Human Error*. ed. by. Rasmussen, K., Duncan, K. and Leplat, J. Chichester:Wiley, 63-83.

Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 por el que se establecen los Requisitos Comunes para los Proveedores de Servicios de Gestión del Tránsito Aéreo/Navegación Aérea y otras Funciones de la Red de Gestión del Tránsito Aéreo y su Supervisión, por el que se derogan el Reglamento (CE) nº 482/2008 y los Reglamentos de Ejecución (UE) nº 1034/2011, (UE) nº 1035/2011 y (UE) 2016/1377, y por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 677/2011. Bruselas: La Comisión Europea.

Reglamento (UE) 2015/340 de la Comisión, de 20 de febrero de 2015, por el que se establecen Requisitos Técnicos y Procedimientos Administrativos relativos a las Licencias y los Certificados de los Controladores de Tránsito Aéreo en virtud del Reglamento (CE) nº 216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 923/2012 de la Comisión y se deroga el Reglamento (UE) nº 805/2011 de la Comisión. Bruselas: La Comisión Europea.

Reglamento (UE) 376/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de abril de 2014 relativo a la Notificación de Sucesos en la Aviación Civil, que modifica el Reglamento (UE) nº 996/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 2003/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y los Reglamentos (CE) nº 1321/2007 y (CE) nº 1330/2007 de la Comisión. Bruselas: Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea.

Salvendy, G. (2012) *The Handbook of Human Factors and Ergonomics*. 4<sup>th</sup> edn. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Shorrock, S., Williams, C. (2017) *Human Factors and Ergonomics in Practice*. Improving System Performance and Human Well-Being in the Real World. Boca Raton, FL: CRC Press

Simon, H. (1957) *Models of Man (Social and Rational)*. New York: John Wiley and Sons.

Woods, D. D, Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L. and Sarter, N. (2010) *Behind Human Error*. Farham: Ashgate

Woods, D. D. and Cook, R. I. (2002) "Nine Steps to Move Forward From Error". *Cognition, Technology and Work*, 4 (2), 137-144.

Woods, D. D. and Cook, R. I. (1999) "Perspectives on Human Error: Hindsight Biases and Local Rationality". In *Handbook of Applied Cognition*. ed. by Durso, F. New York: Wiley, 141-171.