

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GUARDIAS PARA UN BUQUE DE GUERRA BASADO EN ASPECTOS FISIOLÓGICOS, ERGONÓMICOS Y OPERATIVOS

Ramiro Navajas Santini *



Resumen.

El objetivo de este estudio, es establecer una metodología para el diseño de un sistema eficiente de guardia en un buque de guerra, que permita apoyar todas las operaciones

del proceso productivo específico, involucrado en AIO (Action Information Organization), con el propósito de evitar llevar a los operadores a situaciones de fatiga o estrés antes de entrar en combate o definir la crisis. Asimismo proponer las modificaciones ergonómicas para mejorar el grado de eficacia del personal y por ende del sistema productivo AIO.

Introducción.

Existen sistemas de guardias poco eficientes y difíciles de mantener durante un período de operación prolongado e ininterrumpido, como sería en un caso de crisis o conflicto. El sistema de 2 guardias es muy propenso, en la medida que pasan los días de operación, a la degradación progresiva de su principal y más importante componente: el Hombre. Dicho sistema de guardia, no obedece a un estudio científico sino que es el resul-

tado de una *adaptación* del sistema utilizado por la Royal Navy-RN en los años setenta.

La organización operativa de un buque puede dividirse en 4 grandes áreas las que son: Control del buque, Control de la propulsión, Control de daños y averías y finalmente servicios. Al analizar el proceso productivo a bordo, se observa que el área más crítica es el control del buque, ya que realiza el proceso de análisis de información y toma de decisiones para obtener el producto final que son acciones ofensivas o reacciones defensivas. Una analogía entre un proceso productivo industrial y el proceso productivo de un buque de guerra, se aprecia en la figura 1.

Debido a esto, y sin desmerecer a las otras áreas, el estudio considera solamente la organización de AIO.

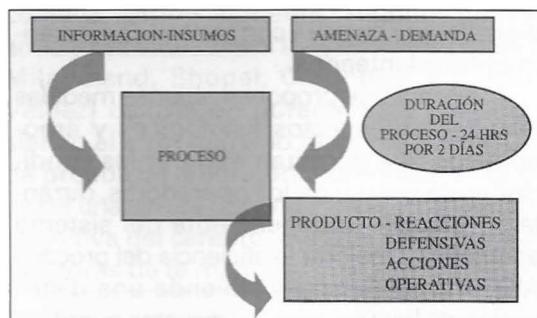


Figura 1. A.I.O. como un sistema productivo.

* Teniente 1 Especialista en Artillería y Misiles. Magister en Ingeniería Industrial (Universidad de Concepción).

Por su naturaleza, el tema es escaso en literatura especializada, sin embargo, es posible fragmentar sus bases teóricas en tres grandes aspectos: *Operativos y Organizacionales* (modelos matemáticos para el diseño de turnos, asignación de puestos, requerimientos operacionales propios de los buques de acuerdo a sus roles, etc.); *Fisiológicos* (especialmente los relativos con el ciclo del sueño, fatiga, los efectos de la alimentación en el desempeño de tareas, etc.) y *Ergonómicos* (orientados a definir y estudiar los distintos tipos de carga de trabajo, diseño de prueba para evaluar los grados de respuesta de los operadores, aplicación de listas de verificación, etc.).

Considerando los aspectos teóricos, proporcionados por la revisión bibliográfica, se realizaron pruebas empíricas que permitieron determinar las debilidades del sistema de 2 guardias. En general, se trata de encuestas y aplicación de pruebas, para evaluar el deterioro de la memoria inmediata y de los tiempos de reacción para dos sistemas de guardias (uno exigente, del punto de vista sueño, y otro más relajado). Junto con lo anterior, se efectuó un diagnóstico ergonómico en los distintos puestos que componen la organización de AIO, mediante la aplicación de una lista de verificación ergonómica.

Posteriormente, se usó el software (Expert Choice) que utiliza el método multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process), con el cual se establecieron los criterios y sub-criterios, destinados a buscar un sistema de guardia que cumpla con todos los requerimientos planteados.

Además, se proponen algunas medidas basadas en aspectos fisiológicos y ergonómicos que permitan mejorar las condiciones de trabajo de los operadores, durante su guardia (independiente del sistema adoptado) y mejorar la eficiencia del proceso AIO. También, se recomienda una distribución de horario, para las distintas guardias,

basados en los antecedentes teóricos y en la encuesta realizada a los operadores.

La inquietud por buscar sistemas de organización y guardia más eficientes es un tema presente en muchas armadas ya que, permitir la *operación* prolongada de buques, mejorando la eficiencia del proceso productivo de AIO, implica un "*plus*" que, ante igualdad de medios, puede significar la victoria en el mar y, por supuesto, contar con una fuerza naval más disuasiva.

Estado del Arte (marco teórico).

Se realizó una revisión bibliográfica en las tres áreas definidas y, debido a la extensión de ellas, sólo se mencionarán los aspectos más importantes. En caso de profundización, solicitar información al autor por e-mail.

Aspectos Fisiológicos.

a) Ciclo del sueño o ciclo circadiano:

A lo largo de una noche, de sueño de 7 a 8 horas, se suceden de 4 a 6 ciclos de sueño. No todos los ciclos son de la misma duración. El primer ciclo es el más corto y los más largos son el segundo y el tercero, que duran de 115 a 120 minutos y, posteriormente, la duración disminuye a unos 90 minutos en los últimos ciclos. En los primeros ciclos predominan los sueños profundos de ondas lentas.¹

Existe evidencia que los mecanismos del sueño, son influenciados por sustancias conocidas como mediadores químicos cerebrales, tales como *Serotonina*, *Noradrenalina* *Dopamina*.² La *serotonina* es un inductor del sueño de ondas lentas,³ muy importante de considerar, ya que existen varios alimentos que estimulan la producción de serotonina en el organismo y pueden afectar el estado de vigilia de los operadores.

Respecto a la *privación total de sueño* en humanos, se ha observado que durante las primeras horas es fácil mantenerse despiertos, pero entre la 03.00 y las 06.00 a.m. la mayoría

1. Raich, Rosa M., De la Calzada M. Dolores, De Martínez Roca, El sueño y sus trastornos, Barcelona, 1992.

2. "Patrones normales de sueño". http://www.geocities.com/HotSprings/Villa/4700/normal_sleep.html.

3. Raich, Rosa M., De la Calzada M., Dolores, De. Martínez Roca, El sueño y sus trastornos, Barcelona, 1992, pág. 30.

sufre una crisis de sueño, *ya el primer día*. Con 24 horas sin dormir, se hace cada vez más difícil impedir el sueño, las personas muestran signos de irritabilidad, de fatiga, ardor y sequedad de los ojos y de la necesidad de cerrarlos. También se han observado, junto a la irritabilidad, signos de euforia e hilaridad ante estímulos neutros. Entre 3 a 5 días de privación, se sufren alteraciones en la visión, la lectura se vuelve imposible y la escritura ilegible. Con las privaciones de sueño, las tareas que requieren atención continua se deterioran considerablemente. Esto mismo sucede con la memoria inmediata y el tiempo de reacción.⁴

También se han realizado experiencias de privación selectiva del sueño, observándose a personas que pueden acostumbrarse a dormir alrededor de 4 1/2 horas. Estos estudios han indicado la necesidad biológica de la presencia de la fase 4 del sueño y en cuanto a la función del sueño lento, parece ser que es primordial en la recuperación de la fatiga muscular.⁵

Un reciente estudio, realizado por médicos de la Universidad de Chicago, revela preocupantes conclusiones respecto a la privación de sueño. Los resultados demuestran que la reducción de las horas destinadas a dormir, produce serios trastornos en las funciones metabólicas y hormonales del cuerpo, en forma similar como lo hace el envejecimiento adelantado, el inicio de complicaciones tales como diabetes, hipertensión y pérdida de memoria. Según el Dr. Walter Avdaloff,⁶ cotidianamente se ve cómo personas, con pocas horas de sueño, son menos resistentes al estrés y a las enfermedades infecciosas, así como también se observa una baja en sus hormonas y defensas como es típico en la vejez.

b) Fisiología humana y trabajo nocturno.⁷

Por miles de años, los humanos han despertado con el sol y dormido durante la

noche. Sólo en el siglo pasado, con la llegada de la electricidad, se rompió con esta costumbre. Los científicos han encontrado que, como parte de un proceso repetitivo, exactamente regulado durante 24 horas (ritmo o ciclo circadiano), una sección del cerebro envía señales a muchos centros de control del cuerpo. Este reloj biológico administra funciones, tales como: temperatura básica del cuerpo, producción de hormonas y capacidad cognitiva, como también el estar despierto y el dormir diariamente. Nos mantenemos despiertos y atentos durante las horas de luz, porque nuestra temperatura básica del cuerpo aumenta, estimula las hormonas, tales como: el crecimiento y liberación del cortisol de las hormonas y se mantiene la actividad cerebral en su punto más alto. Por el contrario, durante la noche, la temperatura básica del cuerpo, baja. El sueño induce a la secreción de melatonina y la actividad cerebral disminuye. Todo esto es parte de la preparación para el sueño. Para el trabajador nocturno, el ritmo diario de estas señales permanece igual, aún después de años de trabajo nocturno. *O sea, el cuerpo no se adapta fisiológicamente para estar despierto en la noche y dormir durante el día.*

Los trabajadores nocturnos, son susceptibles a ataques de extrema somnolencia y pérdida de habilidad, para pensar con claridad, durante las primeras horas de la mañana (de 3 a 5 a.m.), denominan este período "zona zombie". Es aquí que, el potencial para quedarse dormido o para cometer errores aumenta.⁸ Algunos de los accidentes industriales más notables (Three-Mile Island, Bhopal, Chernobyl y Exxon Valdez) ocurrieron durante este período, siendo el error humano fundamental. Años de prueba de laboratorio, demuestran que existe una severa disminución de la capacidad cognitiva del cerebro, durante estas primeras horas de la mañana.

4. *Ibidem*, páginas 38, 39 y 40.

5. *Ibidem*, pág. 40.

6. Diario "La Tercera de la Hora", martes 26 de octubre 1999, pág. 15.

7. <http://www.Shiftwork@ziplink.net>

8. Al ser consultados, muchos operadores de consolas, manifestaron que su rendimiento más bajo se produce aproximadamente a las 6 a.m. (durante la guardia de 0200 a 0800 a.m.).

c) Sistema de Iluminación Circadiano.⁹

"*Circadian Lighting System (CLS)*", emplea tecnología de iluminación apropiada, adaptada de la investigación conducida y patentada por los investigadores de Harvard, encontraron que la luz es la fuerza motora en el ritmo del cuerpo, durante 24 horas (ciclo circadiano). La iluminación de los lugares de trabajo, son sistemáticamente variados, para mejorar el estado de alerta y desempeño de un trabajador, durante sus horas de trabajo y para mejorar el sueño y la recuperación, durante su tiempo libre. La idea es sincronizar el ritmo biológico interno de los trabajadores, con el trabajo asignado y sus períodos de sueño.

Al respecto, es importante resaltar que, basado en las pantallas de radar existentes antiguamente, hoy en día muchas Centrales de Informaciones de Combate (CIC) de buques, son escasas en luz, para privilegiar el contraste de las pantallas. Sin embargo, hoy, la mayoría de ellas, son similares a las de un computador y no existen inconvenientes para contar con mayor luz al interior de la CIC.

d) Estrés.

Es el proceso físico, químico o emocional productor de una tensión que puede llevar a la enfermedad física. El médico canadiense Hans Seyle,¹⁰ identificó tres etapas en la respuesta del estrés: En la primera, *alarma*, el cuerpo reconoce el estrés y se prepara para la acción, ya sea de agresión o de fuga. Las glándulas endocrinas liberan hormonas que aumentan los latidos del corazón y el ritmo respiratorio, elevan el nivel de azúcar en la sangre, incrementan la transpiración, dilatan las pupilas y hacen más lenta la digestión.

En la segunda etapa, *resistencia*, el cuerpo repara daños causados por la reacción de alarma. Si el estrés continúa, el

cuerpo permanece alerta y no puede reparar los daños. Si continúa la resistencia, se inicia la tercera etapa, *agotamiento*, cuya consecuencia puede ser una alteración producida por el estrés.

La exposición prolongada al estrés, agota las reservas de energía del cuerpo y puede llevar, en situaciones muy extremas, incluso a la muerte.¹¹

Según García-Huidobro F., en su artículo "El estrés de Batalla", está basado en experiencias de la Armada Real Inglesa, durante la guerra de las Malvinas (1982), el estrés por agotamiento pudo ser prevenido o retrasado proporcionando un adecuado descanso a todo el personal. Esta medida también incluye a los superiores permitiendo guardar energías para otros instantes. Al contrario, el exceso de sueño debe ser evitado, pues produce "adicción" y afecta al alistamiento del personal.

Deben combinarse con actividades de esparcimiento y recreación. También, de acuerdo a la experiencia británica, el alcohol de bajo grado (cerveza), en cantidades moderadas, produce efectos positivos para retardar el estrés.¹² También señala la actividad física y la dieta balanceada como otras medidas para combatir el estrés.¹³

e) Alimentación.

Este es un aspecto no muy considerado por quienes deben efectuar guardias o turnos de noche o quien realiza largas jornadas de trabajo y mucho menos por quienes forman un sistema de guardias en una organización. Los alimentos son muy importantes en el desempeño de sus labores. Por ejemplo, en una empresa de buses, donde los 2 conductores deben manejar durante 20 o más horas, no se considera que el consumo de ciertos alimentos, antes del turno, sea un verdadero sedante mental, lo que podría significar un potencial acciden-

9. <http://www.Shiftwork@ziplink.net>

10. Enciclopedia electrónica ENCARTA 97, Microsoft, 1997, EE.UU.

11. Enciclopedia electrónica ENCARTA 97, Microsoft, 1997, EE.UU.

12. García-Huidobro F., "El estrés de Batalla", (Revista de Marina N°3/1997, Valparaíso).

13. Los gimnasios y las facilidades para la práctica de ejercicios físicos en la Armada inglesa son una realidad.

te. La alimentación, puede desempeñar un papel importante para lograr un sueño restaurador durante la noche.

Los alimentos que contienen almidón, pueden mejorar la resistencia física y a la vez actuar como sedantes en el cerebro, debido al efecto de ellos sobre los niveles de glucosa en la sangre, o porque existe la posibilidad de que estimulen la liberación de serotonina¹⁴ (pan y pastas). Las comidas ricas en hidratos de carbono tienen un efecto calmante e inducen al sueño.

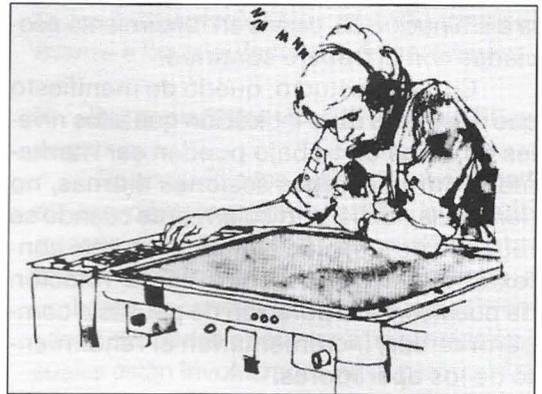
Consumir los alimentos adecuados, en el momento oportuno del día, puede ayudar a la agudeza mental. Aunque es posible que una comida rica en almidón mejore su resistencia física, también puede tener un efecto calmante y sedante en el cerebro.¹⁵

Recientes investigaciones aseguran que las personas que consumen un alto contenido de hidratos de carbono en el almuerzo están menos alertas después de la comida, que las que consumen un alto contenido de proteínas.¹⁶

Por otra parte, una investigación realizada en Suiza, relaciona los errores en las lecturas de los trabajadores en bencineras, durante 19 años, indicando la existencia de una relación entre el error en la lectura y la hora del día a la cual ocurren. Se alcanzó un máximo inmediatamente después de la pausa del medio día (2 p.m.), que es mientras se realiza la digestión.¹⁷

Finalmente, un complemento al alimento, para aumentar la vitalidad, es la realización de ejercicios físicos, ayudando al normal funcionamiento del metabolismo, mediante la liberación de endorfinas (sustancias químicas del cerebro, que ayudan a

sentirse con entusiasmo, alerta, calmado y con mejor sensación de bienestar).¹⁸



f) Carga de trabajo y fatiga.

En un estudio realizado por Alison Rogers (1997), en las Fuerzas Armadas de Gran Bretaña,¹⁹ demuestra que la fatiga se observa durante largos períodos de jornadas nocturnas, especialmente cuando las cargas de trabajo eran altas. En efecto, algunos estudios de Trabajo-Descanso,²⁰ han identificado que el intervalo de un período de guardia o turno continuo y la hora a la cual ocurre son los principales factores que influyen en el rendimiento y la alerta: la fatiga se incrementa durante períodos de trabajo continuado, de 12-16 horas, y es más pronunciada cuando el trabajo se extiende hacia la noche.

Los cambios más notorios en el rendimiento son más relacionados con el horario nocturno o diurno que con la carga de trabajo. Hubo un deterioro en el rendimiento en la mayoría de los test, a través de los períodos de trabajo de 12 horas, particularmente durante la noche, cuando las pruebas coincidieron con la declinación del ciclo circadiano.

14. Reader's Digest, Alimentos que curan, Alimentos que dañan, México, 1997, pág. 343. Note que esto es absolutamente coincidente con Raich Rosa M. y De la Calzada M. Dolores, De. Martínez Roca, El sueño y sus trastornos, Barcelona, 1992, págs. 17 y 30.

15. Schneider Ernest, La salud por la alimentación, Buenos Aires, 1993.

16. Reader's Digest, Alimentos que curan, Alimentos que dañan, México, 1997, pág. 79.

17. Haggard, H.W. and Greenberg, L.A. "Diet and physical efficiency", Yale University Press (1935).

18. Reader's Digest, Alimentos que curan, Alimentos que dañan, México, 1997, pág. 115.

19. Rogers A. "Workload and fatigue in long range operations - a laboratory study". Journal of defence science, UK. Vol 2, N° 2, april 1997.

20. Nicholson A N, Stone B M, Borland R G and Spencer M B, Space Environ, "Adaptation to irregularity of rest and activity", Med 55 102 (1984).

Minors D S, Nicholson A N, Spencer M B, Stone B M and Waterhouse J M. J "Irregularity of rest and activity: studies on circadian rhythmicity in man", Physiology 381 279 (1986).

Se observó que un "break" o recreo de 15 minutos entre sesiones, durante un período de 12 horas de trabajo, fue beneficioso para la disminución de caídas en rendimiento asociadas con el trabajo continuo.

Con este estudio, quedó de manifiesto que existe una clara indicación que altos niveles de carga de trabajo pueden ser mantenidos durante largas sesiones diurnas, no durante la noche, particularmente cuando se requiere de atención continua. En este contexto, algunas estrategias como rotación de puestos, incorporación de pausas o compartir tareas, incrementarían el rendimiento de los operadores.

Aspectos ergonómicos.

En la revisión bibliográfica, se encontró información interesante y útil relacionada con tareas de vigilancia, análisis de errores, interfaces hombre-máquina, etc. Por ejemplo las primeras investigaciones sobre tareas de vigilancia, que tuvieron lugar durante la II Guerra Mundial y cuyo objetivo fue mejorar la vigilancia de los operadores de radar. Entre los resultados de Mackworth (1950),²¹ se menciona que al cabo de media hora, el porcentaje de detección bajaba muy sensiblemente. Se calculó así que durante la II Guerra Mundial se habría incrementado en un 50% la cantidad de submarinos descubiertos con radar por los aviones aliados, de haberse limitado a media hora el período de observación. Los antecedentes encontrados son de gran utilidad, pero no serán detallados aquí. Sin embargo, es útil considerarlos en los diseños de futuros sistemas de mando y control y consolas.

Lo más importante a considerar son listas de comprobación con las cuales se realizó un diagnóstico ergonómico de la organización de AIO.

Aspectos operativos.

Los ingleses (con gran experiencia en entrenamiento, operaciones navales y direc-

ción de aspectos operativos), son los pioneros en ergonomía y estudios de factores humanos en el trabajo, disciplinas que desarrollaron tratando de obtener mejores rendimientos de sus operadores, durante las dos guerras mundiales y, conforme ha transcurrido el tiempo, dichos estudios han continuado realizándose.

Chile ha adoptado la misma organización de AIO que la Royal Navy; sin embargo, en el aspecto de guardias, a pesar de existir los mismos grados de alistamiento que los nuestros, hay diferencias notables en la doctrina para su aplicación. Esto significa que, la condición normal de navegación de los buques ingleses es en 5º Grado de alistamiento (el personal dividido en 4 trozos de guardia) y sólo se pasa a una condición de 3er. Grado de alistamiento (el personal dividido en 2 trozos de guardia) cuando la situación particular de alguna amenaza así lo exige o bien cuando se están realizando determinados ejercicios en que sólo establece dicho grado de alistamiento al personal directamente involucrado.

Para las maniobras de reaprovisionamiento, se utilizan grupos de personas que, de preferencia, no ocupan puestos operativos de importancia dentro de la organización de AIO.

La diferencia fundamental, en relación a la política o doctrina de cuándo establecer el sistema de 2 guardias, difiere del nuestro principalmente porque la Armada Británica opera durante períodos bastante más prolongados que los nuestros. Además, los británicos someten a sus buques a un período de entrenamiento o "work up" muy intenso, donde alcanzan un elevadísimo nivel operativo. Posteriormente, durante las navegaciones, mantienen dicho nivel, adoptando las combinaciones de alistamiento antes descritas. A este sistema de guardias lo llamaremos "Sistema de 4 guardias/turnos flexible", ya que es una de las alternativas de solución que serán analizadas en la propuesta final.

21. De Montmollin Maurice, Introducción a la Ergonomía, pág. 69.

a) Algunos antecedentes sobre los buques estadounidenses y holandeses.

Entre las armadas pertenecientes a la OTAN, los holandeses destacan por su eficiencia táctica en los ejercicios combinados, especialmente en la guerra antisubmarina. También, son elogiados por los diseños ergonómicos y funcionales de sus sistemas de mando y control y en particular por la organización de sus buques.

Según W.B. Higgins (Capitán de Corbeta de la Armada de EE.UU.),²² al comparar la calidad de vida a bordo entre los buques estadounidenses y holandeses, dice: "la organización tradicional a bordo de los buques de los EE.UU. genera fatiga, afecta al adecuado entrenamiento y es muy cargado de reuniones". Durante su permanencia a bordo de un buque holandés, mientras se realizaron ejercicios antisubmarinos, los cuales son complejos y exigentes, dice haberse sentido frustrado, como estadounidense, debido a los absurdos hábitos de trabajo y vida en sus buques, pues manifiesta que los Oficiales y personal, involucrados en los ejercicios, estaban demasiado cansados para pensar en forma clara y trabajar eficientemente. O sea, la organización tradicional requiere de una reingeniería.

Higgins afirma que a bordo de sus buques la fatiga es una forma de vida, ya que el dormir es una actividad prohibida entre las horas diurnas, incluso para aquellas personas que cumplieron guardia nocturna. En contraste, a bordo de los buques holandeses, los Oficiales mantienen un estilo de vida muy sano, disponiendo de tiempo y autorización para practicar deportes, dormir siesta o realizar actividades recreativas. En general permanecen descansados, haciendo gala a una máxima existente en dicha Armada: "Dormir es un arma". También, se hace énfasis que, tal como en la Real Armada Británica, los "tomadores de decisión" son quienes hablan por las líneas de comunicaciones externas, haciendo el proceso de toma de decisiones a nivel fuerza más expedito.

Finalmente, en sus conclusiones, Higgins, recomienda que se deben establecer normas de descanso adecuadas para todos los profesionales a bordo y no solamente a las tripulaciones de aeronaves.

b) Requerimientos Operativos de los buques de guerra.

De acuerdo a los aspectos mencionados en los párrafos precedentes, cualquiera querría estar al máximo de guardias y también maximizar el tiempo de descanso; sin embargo, la condición de "Buque de Guerra" y las actividades operacionales propias en las cuales están involucrados no lo permite. Estas actividades o requerimientos mandatorios son los siguientes:

- Capacidad Ofensiva
- Capacidad Defensiva
- Capacidad de operaciones aéreas
- Capacidad de reabastecimiento en la mar y maniobras en general
- Necesidad de entrenamiento e instrucción
- Necesidad de mantenimiento
- Capacidad para control de daños y averías
- Aspectos domésticos y servicios

Recopilación de información basada en pruebas empíricas.

Se efectuaron varios tipos de test, para medir el deterioro de la memoria inmediata y la aparición de fatiga en distintas condiciones de guardia, vale decir 4 y 2 respectivamente. También, se realizó una encuesta a operadores pertenecientes a la organización de AIO y una evaluación ergonómica de los puestos cubiertos por la mayoría de los operadores, utilizando una lista de comprobación, muy útil para este tipo de evaluaciones. Fue interesante comprobar cómo algunas respuestas concordaron con aspectos encontrados durante la revisión bibliográfica. Estas

22. Higgins W.B. "Quality of life at sea". Proceedings review, January 1999.

fueron posteriormente utilizadas durante el proceso de evaluación de los criterios y subcriterios del modelo planteado al aplicar el software "expert choice".

Encuesta realizada al personal que integra la organización de AIO.

La encuesta, tuvo como objetivo obtener información respecto del actual sistema de guardias, específicamente, para evaluar si los operadores se ven o no afectados en su rendimiento, y en qué etapa de un período prolongado de operación.

El 59% de los operadores encuestados prefiere adoptar otro sistema de guardias. Un 85% prefiere el horario de 20.00 a 02.00 hrs. Esto es una muestra de que la mayoría prefiere evitar pasar por la "zona zombie", mencionada en los antecedentes teóricos y requiere mayor cantidad y calidad de horas de sueño.

Otro aspecto interesante, es que un 31% requiere de más de 1 hora para dormirse, después de la cena, y antes de la guardia de 02.00 a 08.00 hrs. Al término de la guardia de 20.00 a 02.00 hrs, ese porcentaje de preferencias se ve reducido al 3%, ya que el 72% requiere menos de 30 minutos en quedarse dormido. Lo anterior indica que las horas efectivas de descanso en un ciclo de 24 hrs, se ven disminuidas.

El 65% respondió que, durante los cuartos nocturnos, después de la cuarta hora, mantener una adecuada vigilia comienza a hacerse más difícil. El 32% respondió que eso ocurre entre la tercera y cuarta hora.



Un 72% del personal que hace guardia manifestó la necesidad de efectuar actividades deportivas.

El 72% de los que hacen guardia, manifestó necesidad de contar con tiempo para realizar actividades recreativas tales como deporte, ver televisión o conversar.

Por último, se pudo comprobar que durante navegaciones superiores a 8 días, una mayoría acostumbra su cuerpo entre el tercer y sexto día, pero ya después del séptimo día, el cansancio y la sensación de fatiga comienzan a ser más intensos.

Diagnóstico ergonómico de los puestos de trabajo en interiores y exteriores.

Basado en las listas de comprobación, se efectuó un diagnóstico ergonómico de los distintos puestos que se cubren en la organización de AIO tanto en exteriores como en interiores. No se entregarán detalles en este artículo, pero se obtuvieron interesantes conclusiones orientadas a un desempeño más eficiente.

Pruebas empíricas.

Se realizaron tres tipos de "test":

a) Retención de dígitos:

Al operador se le comienzan a nombrar grupos de números, iniciándose con grupos de a tres e incrementando en un número cada vez que es capaz de repetirlos en el orden correcto. En el momento de fallar un número, se registra la cantidad que fue capaz de memorizar, junto con el tiempo empleado en responder. La segunda fase de este test, es similar a la anterior, pero el operador debe nombrar los números en orden inverso, lo que obviamente tiene mayor dificultad, registrándose los mismos parámetros.

b) Substitución de símbolos:

Consiste en relacionar símbolos con números del 1 al 9, donde, posteriormente, el operador debe reemplazar los números por los respectivos símbolos. Para ello, se da un tiempo de 120 segundos, donde se establece el número máximo de substituciones realizadas por la persona.

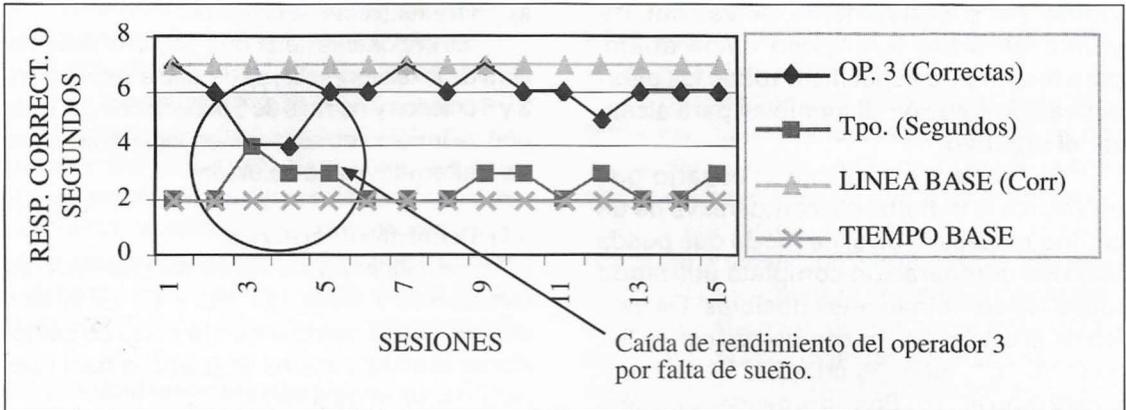


Figura 2. Resultados operador 3.

c) Test para medir la capacidad de reacción y memoria:

Para este test, se confeccionó un software que muestra un grupo, al azar, de números, letras y símbolos de uso común, el cual es variable por quien aplica el test. De esta forma, se puede seleccionar un grupo de 1 a 10 caracteres, se puede seleccionar el tiempo que estarán los caracteres visibles en pantalla, para que puedan ser memorizados. Enseguida, se muestra en pantalla un carácter, también al azar, para que, posteriormente, el operador sometido al test, responda si dicho símbolo estaba o no incluido en el grupo anterior. El tiempo requerido por el operador en responder, es medido automáticamente por el computador, desde el momento en que el símbolo, con la pregunta "Si / No", se presentan en pantalla, hasta que el operador selecciona su respuesta.

Lo primero que se realizó fue aplicar los test a 4 operadores en condiciones de descanso, como línea base o referencia para comparar posteriormente. Durante un período de navegación se aplicaron los tests a 4 y 2 guardias. El detalle de los resultados no será expuesto en este artículo; sin embargo, se pudieron observar diferencias entre los resultados de los tests cuando hubo suficientes horas de sueño y cuando no las hubo, tal como se aprecia en la figura 2.

Resultados obtenidos mediante el software "expert choice".

Debido a las características del problema, principalmente a la subjetividad predominante en la evaluación de criterios, se llegó a la conclusión que lo más apropiado para elegir, entre las múltiples alternativas de sistemas de guardias existentes, es la utilización del Proceso Analítico de Jerarquías ("AHP - *The Analytic Hierarchy Process*").

Este proceso, permite tomar decisiones efectivas sobre asuntos complejos, simplificando y haciendo más expedito nuestro proceso natural de toma de decisiones. Básicamente, el AHP es un método para deshacer, en partes más simples, una situación compleja y no estructurada, arreglando dichas partes o variables en un orden jerárquico; asignando valores numéricos a juicios subjetivos, sobre la importancia relativa de cada variable y sintetizando los juicios para determinar cuáles variables tienen prioridades más altas y, por lo tanto, deberían actuar influenciando en la solución del problema.

Para aplicar el AHP, se utilizó un "software" llamado "Expert Choice", en el cual se define la meta o "goal" a alcanzar. En este caso, un sistema de guardias. Luego, se deben establecer los principales criterios que influyen en alcanzar el objetivo y, posteriormente, definir los subcriterios que forman parte de cada criterio en forma indi-

vidual. Así sucesivamente, se va construyendo un árbol jerárquico hacia abajo, para finalmente especificar todas las alternativas de solución disponibles para alcanzar el objetivo.

El “*software*”, solicita al usuario que establezca la importancia comparativa de un criterio respecto a otro, de modo que pueda fijar una comparación completa utilizando todas las combinaciones posibles. De esta forma, el criterio “A” es comparado con el “B” y con el “C”, luego el criterio “B” es comparado con el “C”. Posteriormente, sucederá lo mismo con los subcriterios. Los parámetros de importancia o influencia están dados por todos los antecedentes proporcionados tanto por el marco teórico como por el empírico.

Al aplicar el método AHP, existe la posibilidad que se presenten inconsistencias. En efecto, la consistencia es perfecta si todos los juicios se relacionan unos a otros en forma adecuada. Por ejemplo, si uno dice que prefiere la primavera 3 veces más que el verano y también que prefiere el verano 2 veces más que el invierno, entonces uno entrega el juicio que debería preferir la primavera 6 veces más que el invierno y nada más. Mientras mayor sea la diferencia respecto a 6 veces, mayor será la inconsistencia. Estas comparaciones destinadas al análisis de inconsistencia se efectúan en todos los juicios establecidos en cada criterio y es realizado automáticamente por el “*software*”, de manera que una vez presentada la solución “óptima” es también mostrado el grado de inconsistencia, el cual debería ser muy próximo a cero.²³

A continuación se explicarán los diferentes criterios utilizados para construir el organigrama de los criterios definidos y la razón por la que se asignaron los diferentes “pesos relativos” de importancia de unos respecto de otros.

a) Organigrama de criterios.

Es importante notar que, según el autor del libro de la referencia 59, es deseable definir entre 3 y 5 criterios y no más de 5 subcriterios por cada uno. Asimismo no es recomendable definir más de 5 alternativas de solución.

a.1) Definición de criterios.

Se definieron los siguientes criterios para evaluarlos y pesarlos entre sí, de modo que se pueda cumplir con la meta de seleccionar el mejor sistema de guardias para operar un buque de guerra:

- *Criterio Operacional* (Capacidad para operar en las actividades asignadas)
- *Criterio Personal* (Grado de optimización del personal en períodos largos de operación, basado en aspectos fisiológicos y ergonómicos)
- *Criterio Material* (Grado de optimización y seguridad del material durante períodos largos de operación).

b) Definición de subcriterios.

b.1) Los siguientes subcriterios fueron definidos como los más importantes para cumplir con el criterio operacional:

- *Rol Ofensivo* (Capacidad para cumplir los roles ofensivos asignados).
- *Defensa* (Capacidad del buque para reaccionar defensivamente ante ataques o amenazas inesperadas).
- *Maniobra* (Disponibilidad de personal para llevar a cabo maniobras y operaciones aéreas).
- *Entrenamiento* (Disponibilidad para efectuar entrenamiento e instrucción, especialmente en tiempo de paz).

b.2) Respecto a los subcriterios definidos como los más importantes para cumplir con el criterio personal fueron los siguientes:

- *Horas de sueño* (Cantidad de horas de sueño efectivas cuando está navegando).

23. Saaty Thomas. *Decisions Making for Leaders*, University of Pittsburgh (1986).

- *Descanso* (Duración del intervalo de descanso entre una guardia y la siguiente).
- *Estrés* (Pérdida de capacidad de memoria y reacción por estrés).

Se hace una diferencia entre horas de sueño y duración del descanso, ya que basado en los antecedentes fisiológicos y en la encuesta, no sólo se debe proporcionar suficiente tiempo para dormir, sino que también se debe tener tiempo para actividades recreativas como el deporte, la TV, conversar, etc.

b.3) Los siguientes subcriterios fueron definidos como los más importantes para cumplir con el criterio material:

- *Mantenimiento* (Capacidad para efectuar mantenimiento preventivo a equipos en la mar).
- *Reparaciones* (En qué medida se pueden efectuar reparaciones de fallas).
- *Capacitación* (En qué medida el sistema de guardia permite que los más capacitados operen el material).

Se definieron 4 alternativas de solución como las factibles de adoptar en un buque de guerra. Estas son las siguientes:

- *Sistema de 2 Guardias o Turnos:* La guardia se encarga de operar el buque, de realizar las maniobras de reaprovisionamiento y de atender todos los requerimientos internos de servicios como limpieza etc. Estos aspectos van en directo desmedro de las tareas operativas.

- *Sistema de 2 Guardias con apoyo (c/a):* Similar al anterior, pero se cuenta con el apoyo la guardia que debiera estar descansando para cumplir con las tareas de limpieza, reaprovisionamiento, etc. La idea es que guardia que se está desempeñando, se mantenga totalmente abocada a sus tareas operativas.

- *4 Guardias Flexible:* Este es el sistema utilizado por la Armada Británica y consiste en que algunos controles pasan a 2 guardias, dependiendo del grado de amenaza que está vigente, o bien si se están realizando ejercicios específicos en tiempo de paz. En el caso

más extremo, puede pasar a convertirse en un sistema de 2 guardias si es que el grado de amenaza es alto y múltiple.

- *3 Guardias con apoyo (c/a):* Este sistema intenta combinar las características de 4 Guardias Flexible con el de 2 Guardias con apoyo del turno libre, ya que si no existe amenaza o ejercicios, se navega con mayor relajación al contar con 2 trozos libres. Por otra parte, al tener amenaza presente o ejercicios, se provee el apoyo del personal involucrado de uno de las 2 guardias libres en caso que se requiera. En la medida que los equipos (sensores, sistemas de Mando y Control y sistemas de armas) utilizados sean más automatizados, podría no requerirse de apoyo, dejando al resto del personal disponible para tareas de CRA en caso de combate.

PROPUESTA FINAL PARA ADOPTAR UN SISTEMA DE GUARDIAS A BORDO.

Como se puede determinar mediante el software, el sistema de guardia con mayores atributos es el de 3 Guardias con apoyo de una de las guardias libres. Sin embargo, es necesario establecer la aplicación de dicho sistema, vale decir, cómo debe ser la distribución de horas y bajo qué circunstancias se apoya a la guardia que está cubriendo puestos. Asimismo, se deben establecer

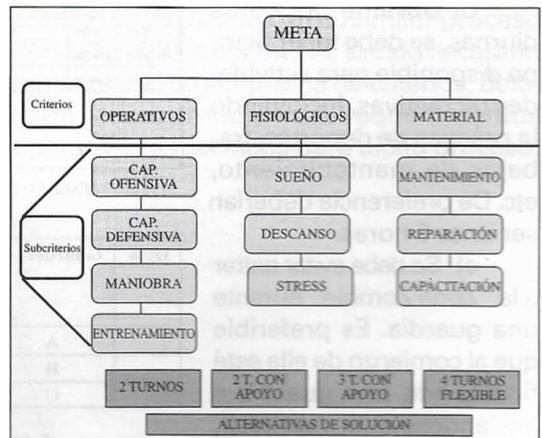
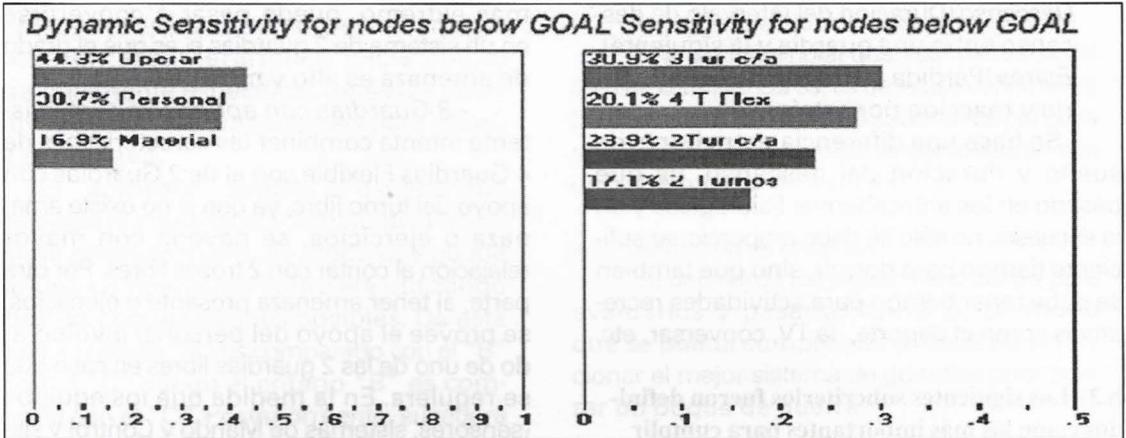


Figura 3: Organigrama de criterios, subcriterios y alternativas de solución.



algunas medidas que, independiente del sistema adoptado, se deberían implementar para hacer más eficiente el desempeño de los operadores. Esto se refiere específicamente a los aspectos ergonómicos y fisiológicos.

Aplicación del sistema de guardia.

Una vez seleccionado el mejor sistema, ahora es necesario establecer cómo ese objeto sea de real beneficio para la organización de AIO de los buques. Para ello, se establecieron los siguientes supuestos o restricciones:

a) El sistema debe permitir dormir a lo menos 7 horas diarias, de las cuales el máximo de ellas deben ser continuas (a lo menos 4 1/2, objeto garantizar 4 ciclos de sueño).

b) Durante las horas diurnas, se debe tener tiempo disponible para actividades recreativas, incluyendo la práctica de deportes, trabajos de mantenimiento, etc. De preferencia deberían ser unas 5 horas.

c) Se debe evitar entrar a la "Zona Zombie" durante una guardia. Es preferible que al comienzo de ella esté finalizando una guardia e iniciándose otra, vale decir, producir relevos al inicio de dicha zona.

d) La cena debe ser de preferencia cerca de las 18.00 hrs., con el objeto que los operadores queden en condiciones de ir a dormir a contar de las 20.00 hrs, sin tener problemas digestivos que dificulten el sueño. Independiente de lo anterior, se deben considerar colaciones durante las guardias.

e) De acuerdo a la encuesta, se considera como promedio 1 hora empleada para quedarse dormido. Esto debe ser considerado para calcular las horas efectivas de sueño.

f) Se consideran 4 horas destinadas a las comidas, al baño de la mañana y necesidades biológicas.

A continuación se presenta la distribu-

22.00-01.00 (3 hrs.)	01.00-04.30 (3.5 hrs.)	04.30-08.00 (3.5 hrs.)	08.00-12.00 (4 hrs.)	12.00-15.30 (3.5 hrs.)	15.30-19.00 (3.5 hrs.)	19.00-22.00 (3 hrs.)
A (día 1) →	B	C	A	B	C	A
B (día 2) →	C	A	B	C	A	B
C (día 3) →	A	B	C	A	B	C

Tabla 1: Distribución de horario para sistema de guardia propuesto.

Día	Guardia	Horas Consec. sueño.	Disp. Para dormir 7 horas?	Horas diurnas disponibles hasta 20.00 hrs	Horas de guardia en 1 ciclo de 24 hrs.
2	A	5+	S□	8	7
	B	5	S□	7	10
	C	4+	S□	7.5	7

Tabla 2: Distribución de horas para cada trozo de guardia.

Nota: En las cifras de la tabla, no se tomó en cuenta 1 hora invertida para dormirse y no están consideradas las horas nocturnas disponibles (después de las 20.00 hrs.).

ción de horario para el sistema de guardia propuesto. Las distintas guardias están individualizadas por una letra (A, B, C). Se consideran tres días hasta la repetición del primer ciclo.

Junto a la propuesta anterior, existen una serie de recomendaciones ergonómicas y fisiológicas que, independiente del sistema de guardia que se adopte, ayudarán a mejorar la eficiencia del proceso productivo A.I.O. Dichas recomendaciones no serán expuestas en esta oportunidad.

Conclusiones.

1) De acuerdo a las pruebas empíricas, en un sistema de 4 guardias no se aprecian diferencias en rendimiento respecto a la línea base en condiciones de descanso; sin embargo, en el sistema de 2 guardias y, en condiciones donde un operador ha estado privado de sueño, se aprecian deterioros en el rendimiento.

2) De acuerdo a los antecedentes teóricos, a los resultados entregados por el software "Expert Choice" y a los resultados empíricos, el sistema de 2 guardias no es apropiado para ser aplicado durante operaciones prolongadas, pues produce un deterioro en el rendimiento de los operadores y, por lo tanto, en el sistema productivo de AIO.

3) El sistema preferido para adoptar en un buque de guerra, teniendo en mente los supuestos utilizados con el software expert choice, es el sistema de Tres guardias con apoyo de una de las guardias libres. El apoyo es brindado por el personal involucrado en el área correspondiente. Sin embargo, en la medida que se cuenten con equipos y sen-

sores más automatizados, podría no ser necesario dicho apoyo, quedando el turno que está de guardia, potencialmente capacitado para cumplir con los roles y tareas asignadas.

4) Independiente de los sistemas de guardias que se adopten, es necesario establecer medidas complementarias basadas en aspectos ergonómicos, que permitan mejorar las condiciones de trabajo de los operadores e incrementar su rendimiento. Estas medidas están relacionadas con el tipo de sillas, algunas características de las consolas del sistema de mando y control (como código de colores, tamaño de los caracteres, ángulo de visión, etc), los espacios físicos, ruidos, etc.

5) Debido a que, el proceso productivo de la organización de AIO es muy sensible al estado de fatiga de sus operadores, se debe evitar la utilización de ellos en actividades extras a sus guardias. Para ello, es conveniente utilizar a personas que forman parte de otras funciones del buque.

6) Se debe validar tanto el sistema de guardia propuesto como las medidas complementarias, mediante nuevas encuestas y tests. Para ello, es conveniente desarrollar nuevos y más completos software que permitan efectuar una evaluación más detallada del estado de degradación en el personal durante períodos prolongados.

7) La metodología y los antecedentes aportados en la presente investigación, pueden ser utilizados en cualquier proceso donde se trabaje por turnos, siendo necesario replantear el organigrama de criterios, detallado, como también los requerimientos operativos específicos para dicho proceso.

