IMPLANTACIÓN DEL CONCEPTO 4.0 EN EL APOYO LOGÍSTICO

Gregorio BUENO MURGA

E una forma silenciosa, nada estridente pero imparable, asistimos a una completa transformación de nuestra sociedad, y no me refiero a los cambios que afectan al colectivo social y a sus valores, que son muchos, ni a los muy considerables de los transportes, ni a nuestra estructura familiar, que también es muy cambiante. No, no es eso, hablo de los producidos por el rápido desarrollo de unos sistemas de comunicación cada vez más evolucionados y potentes, pero sobre todo más interactivos, que permiten una conexión económica y ágil con cualquier persona u organización en cualquier parte del mundo e interactuar con otros ordenadores para conseguir encender la calefacción del automóvil un día frío antes de subirnos a él o comprar unas entradas en cualquier teatro del mundo desde nuestra casa, incluso estando navegando en alguno de nuestros buques. Y estas posibilidades se multiplican día a día, permitiendo mayores y más rápidas conexiones entre personas y máquinas.

La inversión de las empresas de telecomunicaciones está en función de ofrecer a sus clientes unos servicios cada vez más rápidos y completos ante el requerimiento cada vez mayor de estos; es decir, estamos en una situación en que la demanda es imparable y es la tractora de la oferta, que va a remolque de ella.

Dentro de esta nueva situación, hemos de pararnos a pensar cómo ha evolucionado el mantenimiento de algunos de los bienes que satisfacen nuestras necesidades. Por ejemplo, nuestros vehículos a motor. Ahora es normal ver que el concepto tradicional del taller mecánico ha sido superado por un nuevo modelo, el del mantenimiento inteligente, basado en la comprobación de los parámetros de funcionamiento mecánico mediante una herramienta de

diagnóstico; lo primero que hace el mecánico cuando llevamos un vehículo moderno a hacer una revisión es conectar un ordenador para extraer y analizar los datos del funcionamiento que ha tenido desde el último mantenimiento efectuado y orientarlo y personalizarlo así a esas circunstancias. Este mismo tipo de actuaciones se da también en otros ámbitos, como en la maquinaria industrial: generadores de electricidad, calderas, etc. Y en algunos casos, los vehículos o sistemas que están conectados a un servicio de mantenimiento transmiten sus parámetros a una central que en tiempo casi real los recibe y analiza, permitiendo la inmediata toma de decisiones, lo que también ocurre en los vehículos sensorizados y conectados.

Usando la industria del automóvil como tecnología tractora, esta se ha ido exportando a otros sectores. Es evidente que las grandes inversiones iniciales solo son accesibles para un sector que de forma inmediata obtiene grandes retornos; pero a medida que se van viendo los resultados en forma de ahorro, simplificación del mantenimiento y prevención de averías, este concepto se traslada a otros campos, como la industria de construcción naval, que de forma selectiva comenzó con la aplicación de estos nuevos conceptos con la meta fijada en la reducción de costes, bien porque se precise menos personal de mantenimiento a bordo, porque se puedan anticipar las averías catastróficas o evitar mantenimientos rutinarios en equipos que, debido al análisis de sus parámetros, no lo necesiten. En este sentido hoy está centralizado el mantenimiento de las plantas propulsoras de los buques de crucero que con regularidad vemos atracados en nuestros puertos, a veces cercanos a nuestras bases y arsenales. Y han sido los propios fabricantes de los sistemas de propulsión, que generalmente usan POD, los que han desarrollado el servicio de mantenimiento centralizado en algunas instalaciones en las que se reciben, comprueban, monitorizan y analizan los datos de esos elementos vitales para la propulsión para anticipar averías o mal funcionamiento que podrían producir retrasos en los calendarios de puertos y, por tanto, pérdidas muy onerosas para las navieras.

Ante la constatación de la realidad anterior, resumida en que la tecnología permite la sensorización masiva y el análisis casi en tiempo real de datos, que pueden simplificar y abaratar los costes de mantenimiento de ciertos equipos y sistemas, en febrero de 2017, desde el Estado Mayor de la Armada, comenzamos a lanzar la iniciativa llamada «Apoyo Logístico 4.0» (AL 4.0) para impulsar una transformación de nuestro apoyo logístico y dar cabida a estas capacidades emergentes de las que estábamos firmemente convencidos de que no podíamos dejar al margen. Éramos conscientes de las muchas dificultades a las que nos íbamos a enfrentar y que iré relatando más adelante, pero también de que el momento era el oportuno al coincidir varios factores, a saber: madurez de la tecnología a aplicar, oportunidad de aprovechar un gran programa para impulsar las inversiones necesarias para implantar este concepto AL 4.0 (el de la *F-110*) y convergencia de intereses con el constructor del

buque, Navantia, que estaba impulsando su transformación bajo los mismos conceptos para crear los Astilleros 4.0. Es decir, era el momento ideal y no podíamos ni queríamos perder la oportunidad de impulsarlo desde el Estado Mayor de la Armada (EMA) con el decidido apoyo del AJEMA.

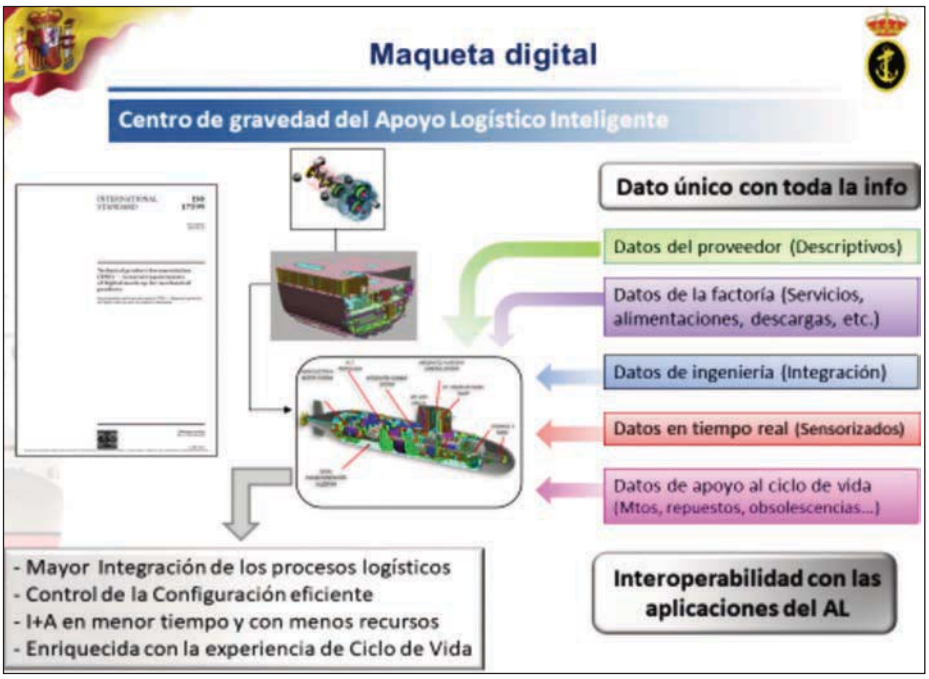
En las páginas sucesivas voy a intentar explicar los pasos que se fueron dando y las dificultades surgidas para conseguir que en julio de 2017 se emitiese un nuevo Concepto de Apoyo Logístico, que contempla todo lo que consideramos debería impulsar decididamente la implementación de este AL 4.0.

Una nueva necesidad

El día a día en el EMA no deja mucho tiempo para pensar en cambios radicales en el apoyo logístico; pero después de algunas conversaciones con el responsable de innovación de Navantia —que también es autor de uno de los artículos de este número de la REVISTA y que durante más de un año ha estado visitando varios astilleros punteros en diferentes países—, que introdujo la idea y la necesidad de adaptar los procesos productivos del astillero a los conceptos derivados de la industria 4.0, de estas conversaciones, se llegó a la conclusión de que si el constructor se adapta a estos conceptos, el usuario debe hacer lo mismo para obtener la mayor sinergia posible de una evolución que es sustancial e imparable y que proporcionaría unos beneficios mayores para ambos. Hablando de forma comparativa, si el fabricante de un vehículo trabajase con el concepto moderno pero el que lo va a mantener empleara un método arcaico, no se obtendría todo el beneficio que se podría conseguir si el fabricante, usuario y mantenedor están alineados y emplean las mismas herramientas y técnicas.

Así, la adaptación del apoyo logístico a las nuevas unidades es la principal ventaja que se vio inicialmente de la aplicación de estas ideas, basado en las nuevas tecnologías de obtención de datos, de análisis de los mismos y de reacción sobre los resultados de anteriores observaciones, permitiendo unas acciones preventivas en función de los parámetros de funcionamiento de los equipos y sistemas.

Pero no se trata solo de que entremos en conceptos de mantenimiento del siglo XXI, sino también, y no menos importante, que su adaptación permita y facilite un aspecto que es vital en buques que como media van a estar entre 30 y 35 años de servicio, consiguiendo un control más preciso que distinga a los de la misma clase pero con configuraciones diferentes, lo que a día de hoy supone un trabajo ingente que forzosamente exige gran cantidad de personal o que es deficiente de por sí. Más adelante profundizaré en esta innegable ventaja de la aplicación del nuevo Concepto de Apoyo Logístico.



Un nuevo desafío

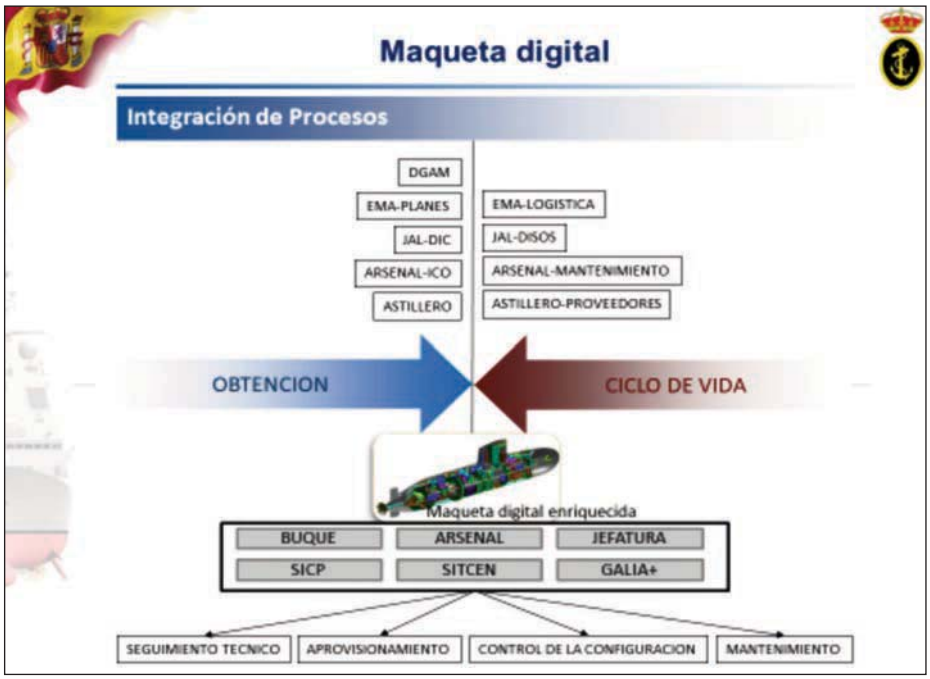
Para hacer frente a este importante desafío del que casi todos desconocíamos el alcance, se creó un grupo de trabajo que incluyó personal del EMA, de la Jefatura de Apoyo Logístico (JAL), de la Dirección de General de Armamento y Material (DGAM), del Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CESTIC) y de Navantia, y ya desde la primera reunión se vislumbraron las primeras dificultades a las que habría que hacer frente y que eran de muy diversa índole.

La primera y fundamental era el cambio de mentalidad y la resistencia que ello implica. Nos encontramos cómodos con los procesos de trabajo en los que estamos envueltos y nos cuesta mucho modificarlos; aún más en este caso, en el que nos introducíamos en un terreno del que lo único que sabíamos era a través de artículos genéricos, presentaciones, intuiciones y conceptos nada sólidos ni fundamentados. La constatación de esta realidad hizo que buscásemos expertos que nos fuesen facilitando el conocimiento de estas nuevas capacidades y tecnologías. Y tengo que decir que con estas presentaciones, con el decidido liderazgo de los jefes de los organismos representados en el grupo de trabajo y con la convicción de que nos adentrábamos en algo que no podía esperar más, se pudo ir venciendo la primera dificultad.

La segunda gran dificultad era la financiación. ¿Cómo íbamos a obtener el recurso necesario para desarrollar este nuevo concepto? La respuesta fue unánime desde el comienzo: necesitábamos un programa motor, que se antojaba que fuera el de las fragatas *F-110*, aunque inicialmente estas no fueron concebidas como buques compatibles con este apoyo logístico novedoso, por lo que hubo que desarrollar otros requisitos de Estado Mayor, que se propusieron al DGAM para ser incluidos en el buque.

La tercera dificultad fue que, a medida que avanzábamos en el proyecto, nos dábamos más cuenta de que la aplicación de este concepto iba a ser la palanca para una gran transformación en nuestra estructura de apoyo logístico. Los arsenales debían adaptarse al mismo, así como la propia Jefatura del Apoyo Logístico, con sus estructuras, su orgánica y sus procesos para dar nuevas respuestas a un apoyo radicalmente diferente; pero al mismo tiempo, el resto de buques y unidades de la Armada seguían sostenidos con conceptos anteriores, así que la transformación debía ser una evolución mirando al futuro y manteniendo otro ojo en el presente o incluso en el pasado.

Estas dificultades y otras menores que iban surgiendo durante el desarrollo de los trabajos fueron solventándose gracias a la actitud encomiable de los componentes del grupo de trabajo, como veremos posteriormente.



Organización

El ya citado condicionante temporal para que el programa *F-110* fuese el que lanzase esta iniciativa, supeditó el alcance de los trabajos iniciales para que fuésemos capaces de no perder esta oportunidad, por lo que hubieron de definirse los objetivos siguientes: el establecimiento de las bases del concepto del AL 4.0, la determinación de la arquitectura global y del estándar único de los datos, la determinación de las necesidades y los requisitos mínimos que se pretendían obtener de la maqueta digital a lo largo de todo el ciclo de vida de las unidades, la revisión del nivel tecnológico de las *F-110* respecto a los principios del AL 4.0, la identificación y selección del mapa de procesos de apoyo al recurso de material, el alcance de la financiación extraordinaria necesaria y los pasos a seguir en las siguientes fases. No era un trabajo menor y, repito, en muchos casos con un desconocimiento casi completo del terreno en el que nos estábamos adentrando.

Agrupando y priorizando los objetivos anteriores, llegamos a la conclusión de que debíamos crear tres nuevos grupos de trabajo que agrupasen en sendas áreas principales todas las actividades: uno de estos era eminentemente técnico y se dedicaría a la determinación de la arquitectura global; el otro, más operativo, y su finalidad sería la de determinar qué podíamos esperar de la maqueta digital que fuese de utilidad para alcanzar algunos de los objetivos citados anteriormente; y, por fin, el tercero se dedicaría a determinar cuál debería ser la evolución del actual Centro de Supervisión y Análisis de Datos de la Armada (CESADAR) para que fuese capaz de reactivarse y asumir el análisis de la ingente cantidad de datos de los que iba a disponer después de la plena implantación del nuevo concepto.

El subgrupo dedicado a la determinación de la arquitectura digital era absolutamente imprescindible. Con la transferencia al Órgano Central del Ministerio de Defensa (MINISDEF) de las competencias sobre las tecnologías de la información, es el CESTIC el que en estos momentos debe determinar unas características que deben cumplir todas las aplicaciones en uso en los Ejércitos/Armada para que sean compatibles con las redes y los medios CIS comunes; de manera que a este subgrupo se le encomendó el estudio de las alternativas de la arquitectura que había que emplear, las aplicaciones que había que usar y su compatibilidad con las del astillero de diseño y construcción, así como su evolución. Adicionalmente y estando como está el MINISDEF inmerso en el plan de transformación digital de la Administración General del Estado, todo ello debería estar en consonancia con las líneas generales de dicho plan. El liderazgo de este grupo fue ejercido por el propio CESTIC.

El segundo subgrupo, de carácter más operativo, se orientó a determinar cuál sería la maqueta digital y qué servicios aportaría durante todo el ciclo de vida del buque. Como objetivo derivado, debería ser capaz de determinar los requisitos que serían incluidos en los de la *F-110*, que habían sido sanciona-

dos por el JEMAD en agosto de 2014 y habían servido para redactar el *Documento de Viabilidad del Buque* (DDV) que se encontraba en la DGAM pendiente de firma por parte de los directores generales de la Secretaría de Estado. Esto no debería de ser una dificultad para incluirlos, al tratarse de un aspecto novedoso que tendría mucha influencia en el ciclo de vida del buque. El primer inconveniente señalado por los representantes de Navantia es que para tener una maqueta digital los suministradores de los equipos principales deben incluir no solo el propio equipo y sus datos de despiece y mantenimiento, sino también los datos necesarios para su inclusión de hecho en la citada maqueta, lo que a su vez encarece el coste de suministro. Este subgrupo fue liderado por la División de Planes del EMA.

Y por último, el tercer subgrupo se centró en el CESADAR actual y en cómo debe evolucionar. Se plantearon numerosas cuestiones, entre ellas, la determinación de los equipos de la *F-110* que deberían estar sensorizados y hasta qué nivel de sensorización se debería llegar; el concepto de mantenimiento basado en la fiabilidad, y qué tipo de análisis debería efectuarse desde ese nuevo CESADAR. Evidentemente, este subgrupo, mucho más técnico que conceptual, estuvo liderado por la JAL, cuyo personal acumula la experiencia en el manejo y gestión del actual CESADAR. Como premisa para todos los subgrupos se establecieron las siguientes consideraciones: que la aplicación de los principios tecnológicos 4.0 debe estar limitada al desarrollo tecnológico actual, es decir, no se debe pensar ni establecer como base de partida que la tecnología que se vaya a implementar será más evolucionada que la actual; se debe considerar que el nivel de capacitación en las nuevas tecnologías de nuestras dotaciones es muy lento y, por tanto, se las debe liberar o limitar en su empleo, que debe residir en otros ámbitos de la orgánica, y que todo este desarrollo busca incrementar la fiabilidad y la economía en el apoyo logístico, evitando complicaciones innecesarias.

Para el grupo de trabajo principal se reservó la redacción del Concepto de Apoyo Logístico para adaptarlo a estos nuevos parámetros. En esta revisión tendrían, obligatoriamente, que estar presentes los principios de mantenimiento integrado y mantenimiento basado en la fiabilidad. El límite temporal para la finalización de todos los trabajos se estableció en el mes de octubre de 2017, para así poder estar en condiciones de proponer los cambios a los Requisitos de Estado Mayor (REM) de la *F-110* y que estos estuviesen cuantificados, analizados y valorados con antelación suficiente a la posible firma de la orden de ejecución del buque.

Trabajos paralelos y concurrentes

Como ya señalé anteriormente, el terreno en el que nos movíamos, condicionado por cierta urgencia para tener los resultados a tiempo, era desconocido para casi todos los implicados en él; era necesario que, al mismo tiempo

que avanzábamos, fuésemos profundizando en dichos conocimientos para evitar retrasos o establecer requisitos que no eran alcanzables. Por ello, se organizó una serie de presentaciones y visitas.

En primer lugar, había que conocer las herramientas de sostenimiento que estaban en uso, para así poder determinar qué era útil y qué no. En este sentido fue muy ilustrativa la presentación que sobre las capacidades del Concepto de Gestión del Apoyo Logístico Integrado (GALIA) actual nos impartió personal de la JAL. Esta herramienta, creada, evolucionada y mejorada durante muchos años, se consideró una parte fundamental del futuro apoyo, que debería continuar evolucionando pero que no estábamos dispuestos a perder por su consolidación entre todos los actores del apoyo logístico y porque acumulaba una gran inversión en tiempo y experiencia y se mostraba muy útil para el sostenimiento actual. Es decir, fue positivo comprobar que no partíamos de cero, ni mucho menos, y por otra parte, para los gestores de GALIA también fue un espaldarazo confirmar que todo el tiempo invertido en ese desarrollo iba a tener utilidad, ya que se había dado en el sentido adecuado.

El mantenimiento de algunas flotas de buques mercantes, y sobre todo de cruceros, está centralizado en instalaciones en tierra. Estas unidades poseen un nivel de sensorización notable y centrado en las plantas eléctrica y propulsora, lo que nos hizo fijarnos en alguna de las empresas que llevan este tipo de mantenimiento integral en buques que son altamente dependientes de un sistema que evite las averías, por las connotaciones económicas importantes que tienen; de esta manera, contactamos con ABB, un gigante industrial que ocupa a más de 135.000 empleados y que cubre muchos sectores de la industria y de los servicios. Uno de sus representantes nos expuso su aproximación a la sensorización y al mantenimiento remoto, lo que nos sirvió para comprobar que el mercado dispone de las herramientas maduras para implementar una parte de nuestras necesidades.

Otras presentaciones que se hicieron en el Cuartel General de la Armada estuvieron dedicadas a otras áreas de esta nueva revolución tecnológica, como la dedicada al *big data,* expuesta por un conferenciante nacional que nos ilustró sobre las capacidades genéricas del proceso masivo de datos aparentemente inconexos, pero que pueden ser usados para obtener conclusiones y apuntes válidos sobre aspectos muy dispares y en principio sin relación.

La maqueta digital también fue objeto de una presentación y de muchas discusiones sobre su alcance, llegando a la definición de unos requisitos mínimos de la misma, las posibilidades que tiene para la formación y capacidad de adiestramiento de las dotaciones y del personal de mantenimiento, su aplicación para el control de la configuración de las unidades y la determinación de la ingeniería del ciclo de vida del modelo digital. Con posterioridad, hubo de redefinirse la maqueta como modelo digital, un término más amplio y mejor adaptado al uso que se pretende.

La base del concepto

El Concepto del Apoyo Logístico fue sancionado por el AJEMA el 6 de julio de 2017. Se trata de un nuevo concepto que da cabida a este nuevo apoyo y en el que se incorpora el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM), primando este sobre el preventivo clásico. Es bien cierto que la tecnología actual permite avanzar hacia esta nueva orientación, si bien no todos los equipos de los nuevos buques estarán soportados de manera que permitan este RCM.

Este nuevo concepto no fue rupturista, ya que la inmensa mayoría de los buques de la Armada dependerá de los apoyos logísticos anteriores más clásicos, lo que exigirá un nivel de esfuerzo que permita la coexistencia entre ambos. Las herramientas actuales para llevar a cabo el apoyo logístico del material deben ser aprovechadas y evolucionadas a una aproximación digital e integrada y, en algunos casos, compatibles con otros usuarios fuera del ámbito de la Armada, en un criterio de transversalidad e integración horizontal entre los actores.

Una vez completada la primera fase de los trabajos, se obtuvieron unos resultados que no imaginábamos al comienzo, tan solo ocho meses antes. Por parte del subgrupo de trabajo dedicado a la arquitectura digital, se elaboraron cuatro documentos que proporcionan una perspectiva funcional del sistema; estos son: gestión de alto nivel del concepto operativo, identificación de los nodos, relaciones entre diferentes nodos y procesos de trabajo que serán de aplicación a estas actividades. Se puede decir que, pendiente de un desarrollo a un nivel inferior, este subgrupo completó su trabajo no con pocas dificultades derivadas del alto nivel técnico requerido y, asimismo, pendiente de una posterior unificación de aplicaciones para asegurar su compatibilidad entre usuarios tan diferentes como proveedores, integradores, constructores, usuarios y mantenedores.

El subgrupo de la maqueta digital no hizo un esfuerzo menor; se dedicó a sentar las bases para permitir la definición de todas las utilidades de la citada maqueta, así como los requisitos que debía cumplir para facilitar no solo el sostenimiento de los buques, sino también el adiestramiento y, muy importante, el control digital de la configuración. Para la definición de los requisitos se establecieron unos guía, otros mínimos o imprescindibles y otros deseables; de estas tres grandes categorías surgieron varias familias: fundamentales, de gestión de plataforma, de sensorización, de configuración, de sostenimiento, de interoperabilidad, etcétera.

Y, por último, en el subgrupo de trabajo del CESADAR, se determinaron las funcionalidades que este sistema debía proporcionar, que se resumen en el apoyo a la toma de decisiones en los diferentes niveles con responsabilidad en el apoyo logístico, una visibilidad completa de las actividades efectuadas, un control de la operatividad del material y la contribución para satisfacer los

requerimientos del ciclo de vida. Todo ello considerando la automatización de los procesos y la interconexión de los sistemas.

El futuro

Una vez trasladados a la DGAM los requisitos para que la *F-110* tenga un AL 4.0, estos han sido discutidos por la Oficina del Programa con el constructor para determinar el alcance de su integración. Este proporcionó tres opciones valoradas, y será la Jefatura del Programa la que decida el nivel de integración del mismo. Todo apunta a que la elegida será la opción intermedia, que permita, dentro de los recursos económicos disponibles, lanzar esta iniciativa y concepto, sensorizar los buques de manera adecuada según los requisitos establecidos, mantener la configuración, facilitar la toma de decisiones respecto a las actividades de sostenimiento tanto en el corto como en el largo plazo y realimentar al astillero sobre la fiabilidad de equipos y sistemas.

Su aplicación a otros programas será una premisa, y es de esperar que, una vez subidos a este carro, las sucesivas construcciones de la Armada vayan incorporando este concepto desde su fase conceptual, aprovechando las infraestructuras (CESADAR) para que la transformación al AL 4.0 sea gradual y que en el futuro sea el único concepto aplicable al apoyo del material.

Estos nuevos programas no deberían limitarse a los buques, sino que tendrían que extenderse a plataformas aéreas, ya sean tripuladas o remotamente tripuladas, a los vehículos y sistemas de la Infantería de Marina y a todos los equipos que puedan ser sensorizados y monitorizados remotamente, sin que ello signifique que pierdan algunas características de la deseable robustez.

De forma paralela, debemos cambiar nuestra mentalidad para adaptarnos a este proceso, lo que se antoja difícil desde el momento en que los usuarios y los mantenedores experimentan graves carencias de sostenimiento y parece que esta nueva aproximación les acerca a una realidad inalcanzable con los recursos disponibles. No es fácil asimilar que, por un lado, suframos estas carencias y limitaciones y, por otro, estemos pensando en un apoyo logístico que se antoja inalcanzable con nuestros recursos. Precisamente esta es una de las finalidades que se pretende alcanzar: tener un uso más eficiente del escaso recurso económico, con una aplicación más precisa de las acciones de mantenimiento que evite la dispersión y mal uso de estas.

Quizás todo ello sea más fácil con la llegada de la llamada Generación Z, aquella que ha nacido con internet y que en estos momentos tienen hasta 23 años, que ha vivido en la era digital, que confía en ella y que está acostumbrada a una interactuación permanente a través de las máquinas.