

CONCEPTO DEL APOYO LOGÍSTICO DE LA *F-110*

Manuel Antonio MARTÍNEZ RUIZ

Antonio Juan GONZÁLEZ GARCÍA



(Ing.)



(Ing.)

Introducción



A necesidad de cinco fragatas *F-110* se encuentra recogida en el Objetivo de Capacidades Militares (OCM) 2013-2016 de 31 de enero de 2013 como contribución principal a la «Capacidad 2.d Acción Naval Sub-capacidad 2.d.2 Protección de la Fuerza Naval». Este programa de obtención, denominado «Futuro buque de escolta Fragata *F-110*» es el primer objetivo de la Armada para el ciclo 2017-2025.

Las fragatas *F-110* serán escoltas polivalentes diseñados para escenarios de alta intensidad, con una importante capacidad de combate en todas las áreas principales de la guerra, necesaria para desarrollar sus cometidos, especialmente en los perfiles de protección de la fuerza y en el de proyección del poder naval, tanto en el ámbito conjunto como en el combinado y frente a una amenaza convencional y asimétrica cada vez más compleja. Las *F-110* también serán muy versátiles para poder desempeñar sus cometidos relacionados con los perfiles de seguridad marítima y de apoyo a autoridades civiles, normalmente en escenarios de baja intensidad.

El 16 de julio de 2014 se firma el documento de Requisitos de Estado Mayor (REM) por el AJEMA como resultado de la Etapa de Definición de Requisitos (EDR). La Armada ha sido la responsable de generar los REM. Para ello ha contado con el apoyo de Navantia como futura autoridad de diseño del buque y astillero de referencia para la Armada española. El REM describe la solución operativa, define sus capacidades y el conjunto de requisitos generales, operativos, técnicos, logísticos, de interoperabilidad y de formación necesarios para que la *F-110* alcance dichas capacidades. También

APOYO LOGÍSTICO 4.0

se proporciona una estimación de costes dentro de los límites de incertidumbre de la solución técnica. El documento de REM se validó por JEMAD en agosto de 2014.

En octubre de ese año se constituye la Oficina del Programa *F-110* en la DGAM y comienza la Etapa de Determinación de Alternativa de Obtención (EDAO), durante la cual se pretende identificar el buque base incluyendo sus sistemas principales. Este parte ya de unas características resultantes de los requisitos imprescindibles del REM, tales como la propulsión eléctrica, el mástil integrado con los sensores que se están desarrollando mediante programas tecnológicos específicos y el requisito de dotación embarcada, todo lo cual condiciona su tamaño y desplazamiento. Durante la EDAO se cuenta con la participación de los organismos indicados en la Instrucción 67/2011 (1) incluida la Armada como generadora de los requisitos. Asimismo, se incluye a Navantia como futura autoridad de diseño y con la que se dispone de una Orden de Ejecución para apoyar la Fase de Definición y Decisión del buque. La figura 1 muestra el proceso de obtención tal y como está recogido en la

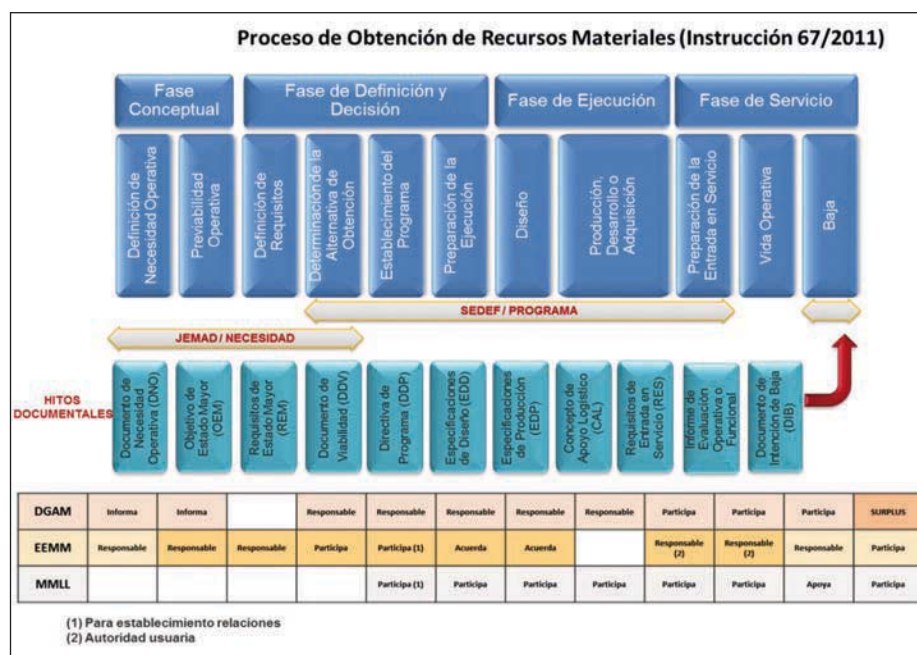


Figura 1. Fases y responsabilidades del proceso de obtención de recursos.

(1) «Instrucción 67/2011 de 15 de septiembre del SEDEF» por la que se regula el proceso de obtención de recursos materiales.

mencionada instrucción del SEDEF, incluyendo las fases y etapas del proceso de adquisición. Como se ha mencionado anteriormente, el programa *F-110* se está gestionando de acuerdo con la normativa del SEDEF recogida en la instrucción mencionada y en la 72/2012 (2), estando la Oficina de Programa ubicada en la DGAM y que cuenta con el apoyo de la Armada a través de los mecanismos establecidos al efecto.

Podemos ver en la figura anterior que la nueva metodología de adquisiciones establece un reparto de responsabilidades entre el usuario final (Armada) y el denominado «dominio de la solución» (Órgano Central).

Uno de los aspectos debatibles podría ser que la elaboración del Concepto de Apoyo Logístico (CAL) sea responsabilidad del jefe de Programa (Oficina de Programa en DGAM) en coordinación con la autoridad usuaria, que deberá mostrar su conformidad previamente a su aprobación por el director general de Armamento y Material (DIGAM). La enorme trascendencia del apoyo logístico integrado en el diseño de los sistemas, así como el impacto de la logística en el ciclo de vida del buque, hacen recomendable revisar el reparto de responsabilidades establecido en la Instrucción 72/2012 en relación con el desarrollo y aprobación del CAL.

Se considera que el CAL debe ser responsabilidad de la autoridad usuaria (Armada), que deberá proporcionar al Programa los requisitos específicos que se incluirían en las especificaciones de contrato, concretamente en el apartado del PALI (Plan de Apoyo Logístico Integrado del buque).

Además de las instrucciones del SEDEF mencionadas, la siguiente normativa es también aplicable:

- Instrucción 5/2008, de 15 de enero, de la Secretaría de Defensa, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material.
- Plan de Acción para la transformación del Apoyo Logístico en la Armada hacia el Concepto 4.0.
- Concepto de Apoyo Logístico (CONLOG) del almirante jefe de Estado Mayor de la Armada de 5 de julio de 2017.
- Instrucción Permanente de Logística 001 /2018, de 23 de marzo, por la que se desarrolla el Concepto de Apoyo Logístico y se establecen directrices para revisar la doctrina y estructura del mismo (IPLOG 001 AJAL).

Concretamente los dos últimos documentos establecen la doctrina de la Armada en relación con el Apoyo Logístico y más específicamente con los nuevos paradigmas provenientes de la Industria 4.0.

(2) Instrucción 72/2012, de 2 de octubre del SEDEF, por la que se regula el proceso de obtención de armamento y material y gestión de programas.

APOYO LOGÍSTICO 4.0

El hecho de que la Armada esté desarrollando un nuevo CONLOG orientado hacia el denominado Apoyo Logístico 4.0 (AL 4.0) y que el programa *F-110* sea el elemento tractor de esta transformación hacen necesaria una gran sincronización de esfuerzos entre la DGAM y la Armada.

Requisitos logísticos de la *F-110*

El Concepto de Sostenimiento tal como está recogido en los REM dicta lo siguiente:

«El Concepto de Sostenimiento se elaborará en su momento por el Jefe de Programa según los criterios establecidos en la Instrucción 72/2012 de SEDEF. Se debe asegurar la óptima disponibilidad, fiabilidad y seguridad de los equipos y sistemas durante todo el ciclo de vida, con una calidad adecuada y al menor coste posible. Asimismo, se persigue una reducción de la dotación mediante la disminución de las necesidades de mantenimiento de primer escalón y la creación de un 2.º escalón de mantenimiento.

En la fase de diseño se efectuará un proceso ARM (*Availability, Reliability, Maintainability*) en el que, por medio de herramientas de simulación, se comprobará que la solución técnica permite alcanzar el grado de fiabilidad deseado. Por medio de este análisis se determinará la fiabilidad particular que cabe exigir a cada equipo, así como el nivel de redundancia.

El tipo de mantenimiento a realizar, para lograr mantener los equipos y sistemas del buque, será una conclusión de un exhaustivo Análisis Técnico de Mantenimiento (ATM), que se efectuará una vez cerrado el diseño del buque. De dicho ATM resultará el tipo de mantenimiento a efectuar a cada equipo, las herramientas, repuestos y documentación técnica, así como la formación del personal necesario para que se alcance la fiabilidad requerida. Se ha de prestar especial atención a las obsolescencias durante el ciclo de vida, tanto en componentes COTS como en actualizaciones de *software*.

Por medio del PALI, se desarrollarán los correspondientes planes de mantenimiento, aprovisionamiento y adiestramiento para lograrlo.»

Como puede verse, aunque inicialmente el REM *F-110* no incluyó requisitos de AL 4.0, la evolución de los acontecimientos, el impulso de la denominada Industria 4.0 (y tecnologías asociadas) y el posicionamiento doctrinal de la Armada recomendaron incluir dichos requisitos a través de un Plan de Acción específico (3).

(3) Plan de Acción para la transformación del Apoyo Logístico en la Armada hacia el Concepto 4.0.

Concepto de Apoyo Logístico de la Armada

El documento CONLOG, aprobado por el AJEMA el 5 de julio de 2017, establece el nuevo modelo, los principios y criterios conceptuales que han de orientar las actividades del Apoyo Logístico y determina las líneas generales para la evolución hacia un nuevo concepto, el AL 4.0, en el que están involucrados todos los actores participantes en los procesos logísticos.

El nuevo modelo de la Armada, que toma como punto partida la obtención de la fragata *F-110*, será de aplicación durante la próxima década para la entrada en servicio de nuevas unidades, integrando de forma progresiva bajo el criterio de eficacia-coste las que se encuentran en servicio.

Según este concepto, por un lado, aparece la «maqueta digital» como elemento base para la producción, el apoyo al ciclo de vida e, incluso, para la instrucción y adiestramiento de operadores y mantenedores. Por otro, se potenciará el mantenimiento basado en la fiabilidad (RCM) (4), para lo que el Centro de Supervisión y Análisis de Datos de la Armada (CESADAR) y otras aplicaciones, actualmente en uso y de probada eficacia, han de evolucionar hacia un concepto más amplio que permita una gestión integral del apoyo logístico.

El CONLOG del AJEMA se desarrolla en la IPLOG 01 18 del AJAL, pendiente de regulación orgánica, que establece 45 directrices que guían la aplicación de la norma. La primera directriz establece que será precisamente el Programa *F-110* el catalizador de la evolución del actual modelo al AL 4.0. El resto están orientadas a plantear aspectos relacionados con las fases del proceso de obtención: conceptual, definición y decisión y fase de ejecución. También se dan directrices en relación con la evolución del CESADAR e integración de las nuevas tecnologías en las aplicaciones logísticas de la Armada.

Además se establece que el CAL servirá de base para el desarrollo posterior del PALI de cada una de las unidades y sistemas, así como para garantizar su operatividad durante la fase de servicio. Es por esta razón por lo que el Concepto de Apoyo Logístico de las fragatas *F-110* deberá contener los siguientes tres elementos doctrinales:

- Normativa del AJEMA que proporciona criterios doctrinales para que los desarrollos del buque estén alineados con los cambios orgánicos y tecnológicos de la Armada en este ámbito, desarrollada por la IPLOG del AJAL en lo que al apoyo logístico se refiere.
- Normativa del SEDEF que proporciona la metodología de desarrollo del CAL.

(4) RCM. *Reliability Centered Maintenance*.

APOYO LOGÍSTICO 4.0

- Paradigma de Industria 4.0 en sus diferentes dominios: apoyo logístico, astillero y buque que proporciona la solución técnica posibilitadora del AL 4.0.

Todo ello se deberá recoger en las especificaciones de contrato del Programa, que son la base de la Orden de Ejecución del mismo. Por ello el verdadero reto del Concepto AL 4.0 es que el desarrollo y construcción de los buques en la DGAM evolucionen en paralelo y sincronizados con las iniciativas que se realicen en el ámbito del apoyo logístico de la Armada.

Por ello, para materializar el AL 4.0, tanto el buque como sus principales sistemas deben incluir las tecnologías necesarias que permitan una sensorización y monitorización continua de los parámetros que determinan tanto el alistamiento operativo como el estado de operación del equipo.

Asimismo, el buque dispondrá de capacidades orgánicas de recepción y tratamiento de datos provenientes principalmente del Sistema Integrado de Control de Plataforma y de los sensores del Sistema de Combate a través de capacidades de autodiagnóstico embebidas en los sistemas. Igualmente se desarrollará una maqueta digital del buque que deberá estar integrada con los sistemas logísticos y administrativos de la Armada tales como:

- SIGAPEA.
- GALIA.
- SIGMAWEB.
- PIDAWEB.
- CESADAR.
- SIPERDEF.
- SIDAE.

El CAL según la normativa SEDEF

Según la normativa del SEDEF, el jefe de Programa deberá elaborar el CAL del buque con el apoyo de la Armada. Dicho documento deberá ser validado por el AJEMA. La estructura del CAL se ajustará al siguiente esquema básico:

- Introducción y descripción del sistema.
- Documentación de referencia. Normativa aplicable.
- Características de operación del sistema.
- Características de fiabilidad y mantenibilidad del sistema.
- Capacidades de sostenimiento.
- Concepto de sostenimiento, concepto de mantenimiento suministro y gestión de repuestos y material e ingeniería del ciclo de vida.

- Sistemas de información y gestión logística.
- Otros aspectos logísticos: o infraestructura, o recursos humanos, o formación.
- Estimación de costes y financiación.

En los cinco primeros apartados se realiza una descripción del entorno que afectará y condicionará el sostenimiento del sistema de armas, mientras que en el resto se define el sostenimiento que se aplicará al sistema. De ahí la importancia de que DGAM y Armada establezcan métodos de trabajo conjuntos.

Concretamente es importante destacar que el CAL del Programa tiene que estar totalmente alineado con el CONLOG del AJEMA y la IPLOG del AJAL.

Plan de Apoyo Logístico Integrado (PALI F-110)

El principal objetivo del PALI es desarrollar y obtener un sistema de apoyo logístico para la nueva clase de buques que permita cumplir los requisitos operativos impuestos por el Estado Mayor de la Armada y recogidos en la especificación del buque a un coste asumible. Es decir, optimizar la relación eficacia/coste del apoyo. El CONLOG ratifica este objetivo cuando afirma que «Su finalidad será la de mantener una mayor operatividad de los buques y plataformas así como de los sistemas, con un coste menor».

Las cuatro etapas en las que se estructura el Apoyo Logístico Integrado (ALI) para la consecución de estos objetivos son las siguientes:

- Definición del apoyo logístico.
- Determinación de sus necesidades.
- Obtención del mismo.
- Actualización permanente del apoyo logístico a lo largo del ciclo de vida del buque.

El PALI de los buques define y regula las actividades de gestión, organización, programas, hitos y documentación a obtener de las tareas del ALI, que deben ser desarrolladas por la DGAM/Armada o por el contratista durante las fases de obtención de los buques. El PALI es por tanto el instrumento principal para la gestión de todas las actividades requeridas en la definición, desarrollo, obtención de recursos y ejecución del ALI.

El propósito general del PALI es la definición, desarrollo y obtención del sistema de apoyo logístico para el buque, de forma integrada con las demás áreas de diseño, para ser completado durante la Fase de Ejecución, de tal forma que permita cumplir los requisitos operativos impuestos por el Estado Mayor de la Armada, optimizando la relación coste/eficacia del apoyo.

APOYO LOGÍSTICO 4.0

Se incluyen los conceptos del AL 4.0 en la medida de lo posible y practicable, que no afecten de modo sustancial a la firma de la Orden de Ejecución ni a la fecha prevista de entrega de la primera unidad. La Especificación de Contrato *F-110* recogerá el nivel de ambición del AL 4.0 y lo incorporará al PALI en la medida de lo posible.

El PALI se estructura en una serie de Planes Generales y Planes Parciales, que agrupan las distintas actividades específicas del ALI. Estos planes, cuyo contenido se define más adelante, son los siguientes:

Planes Generales.— Están orientados a la definición y desarrollo de las actividades de Ingeniería Logística relacionadas con el diseño y construcción de una unidad/sistema, dentro de la disciplina del ALI, así como a su actualización durante el período de servicio de los buques, y son:

- Dirección y Gestión del PALI.
- Análisis del Apoyo Logístico.
- Disponibilidad, Fiabilidad y Mantenibilidad.
- Coste del Ciclo de Vida.
- Gestión de la Configuración Logística.
- Gestión de la Obsolescencia.

Planes Parciales.— Están orientados a la definición detallada y a la obtención de las actividades que implican los Elementos Logísticos del ALI, los cuales permiten obtener todas las necesidades de apoyo logístico. Estos son:

- Mantenimiento.
- Equipos de Apoyo y Prueba y Aparatos de Medida.
- Aprovisionamiento.
- Documentación Técnica.
- Personal y Adiestramiento.
- Instalaciones de Apoyo.
- Empaquetado, Manejo, Almacenamiento y Transporte (EMAT).
- Recursos Informáticos.

Concepto de Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0 fue publicado por primera vez en 2013, en el documento *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*, elaborado con apoyo del Gobierno alemán, que planteaba tomar la iniciativa para aprovechar en el campo de la industria los extraordinarios avances en capacidad de proceso y comunicación de datos (Internet de las Cosas, *big data* e

Inteligencia Artificial). De acuerdo con este documento, la aplicación de lo anterior nos introducirá en una Cuarta Revolución Industrial.

Las bases para esta nueva revolución serían las siguientes:

- Integración horizontal entre cliente, fabricante y proveedores.
- Integración vertical dentro de la factoría: dirección, ingeniería y planta de producción.
- Gestión integral del ciclo de vida desde la producción hasta la retirada del producto.

No es inmediato trasladar estos conceptos a la producción y sostenimiento de buques de guerra, pero desde entonces se ha hecho un esfuerzo importante para lograrlo, tanto desde la Armada como desde Navantia, dadas las ventajas que el AL 4.0 tiene en el apoyo al ciclo de vida del buque.

En el caso de la Armada, además del CONLOG de AJEMA de 2017 y la IPLOG de AJAL, ya mencionados, el EMA emitió los documentos *Plan de Acción para la transformación del AL 4.0*, de abril de 2017, y *Apoyo Logístico 4.0. Propuesta de requisitos programa F-110*, de noviembre del mismo año, que fijan los requisitos operativos para la implantación de los mencionados conceptos en el propio diseño de la fragata *F-110*. Actualmente, la Oficina de Programa *F-110* en DGAM y la JAL están trabajando para traducir estos requisitos operativos a las Especificaciones de Contrato *F-110* hasta el nivel de ambición que se puede asumir de forma realista a fecha hoy.

Aplicación del AL 4.0 a la F-110

Dominio buque: conceptos de maqueta digital y gemelo digital en el buque

La aplicación concreta del AL 4.0 al buque se materializa principalmente en la maqueta digital (MD) y el gemelo digital (GD).

La MD es un sistema de información que contiene una representación gráfica 3D del buque, reflejando su estructura de producto a través de diferentes niveles de jerarquía de sus elementos, que incluye atributos y vínculos relativos a la información técnica, tanto funcional como constructiva y logística, de los mismos. La MD asocia a la vista 3D multinivel del buque y sus sistemas todos los datos relevantes para cada elemento de configuración desde el punto de vista logístico, como pueden ser: NIIN, P/N, planos asociados, modelo para impresión digital, historial HW y SW, manual aplicable, APL aplicables, AEL aplicables, PMS aplicable, ICMP aplicable, ORDALTS incorporados, FIELD CHANGES incorporados, existencias de repuestos en primer y segundo escalón, etc. Es decir, la MD unifica de una forma estructurada,



Figura 2. Maqueta digital.

siguiendo el árbol de elementos configurados 3D, todos los datos logísticos tradicionalmente dispersos o disponibles en distintas aplicaciones logísticas.

El GD aparece cuando conectamos la MD al buque real y los sistemas reales para incorporar, en tiempo útil, tanto los datos relativos a alistamiento como los parámetros de funcionamiento que permitan llevar a cabo los procesos de Mantenimiento Basado en la Condición (CBM).

En definitiva, el GD mantiene los datos tanto estáticos como dinámicos asociados a cada elemento de configuración siguiendo el principio de dato único, es decir, el GD aparece como el repositorio de datos mencionados donde los usuarios, sean personas o procesos, tienen que acceder para utilizarlos. La figura 4 ilustra esta relación.



Figura 3. Gemelo digital.

Apoyo Logístico 4.0 en la F-110

Se estima que la implantación de los conceptos de Industria 4.0 no culminará hasta dentro de 25 años. Consecuentemente, la instauración del AL 4.0, tal como ha sido definido por el EMA para la fragata *F-110*, no es tarea

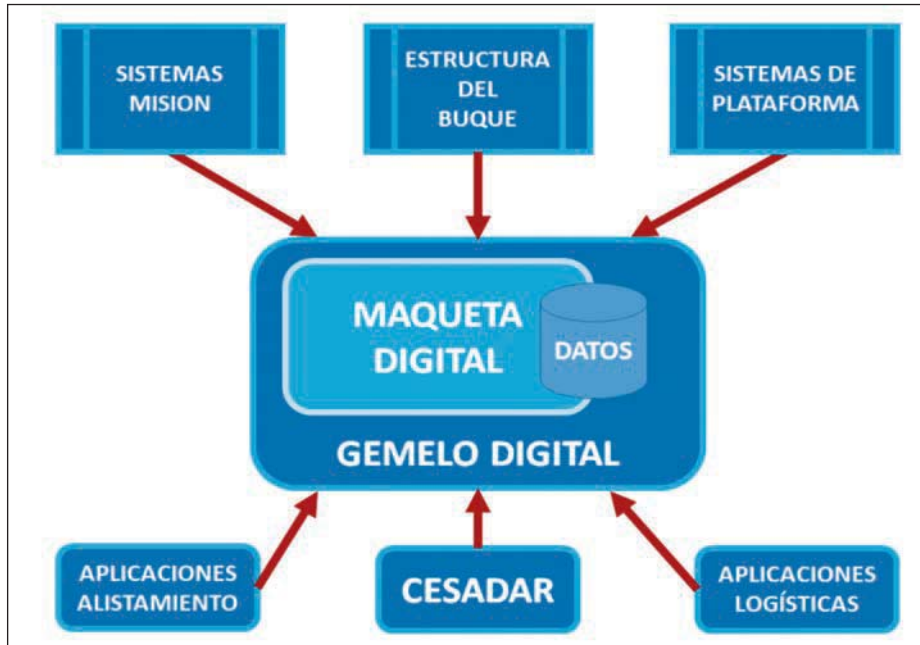


Figura 4. Diagrama de contexto del gemelo digital.

sencilla, toda vez que actualmente no existen estándares para su aplicación industrial. Es fácil vislumbrar que en la siguiente generación de fragatas los sistemas se solicitarán a los proveedores exigiendo estándares de compatibilidad con el gemelo digital que hoy día aún no existen. Por ello la Oficina de Programa *F-110* y la JAL están definiendo el nivel de ambición exigible para la fragata, teniendo en cuenta la tecnología existente y los costes asociados.

Maqueta digital avanzada (MDA) de la fragata F-110

La MDA de la fragata *F-110* es una representación gráfica 3D del buque que refleja su estructura de producto a través de los diferentes niveles de jerarquía de sus elementos con acceso a la información técnica constructiva y logística de los mismos.

La MDA incluye aproximadamente 9.000 instancias de elementos configurados y un nivel adicional de detalle (despiece 3D) para 500 de estas instancias. Se desarrollará durante la fase de detalle del buque y se finalizará a la entrega de este. Navantia entregará una MDA distinta para cada buque de la serie que responderá a su configuración logística concreta.

Gemelo digital básico (GDB) de la fragata F-110

El GDB de la fragata *F-110* incorporará los datos de alistamiento y parámetros de CBM relativos a aproximadamente 70 equipos del buque.

Se entregará un GDB distinto para cada buque de la serie, que responderá a su configuración concreta. El GDB residirá en tres plataformas que deberán estar permanentemente sincronizadas, como se destaca en la figura 5:

- Plataforma GDB Navantia: proporcionará apoyo al diseño, construcción, pruebas, sostenimiento y mejora del producto durante el ciclo de vida completo de la serie.
- Plataforma GDB MINISDEF: almacenará todos los datos estáticos y dinámicos de la clase. Proporciona soporte a las aplicaciones logísticas y de alistamiento en tierra, incluyendo CESADAR.
- Plataforma GDB Buque: acumulará todos los datos estáticos y dinámicos del buque y proporcionará soporte a las aplicaciones logísticas y de alistamiento a bordo.

El ciclo de vida del GDB comienza con el desarrollo de la maqueta digital en la fase de diseño detallado, incorporando la maqueta digital de equipos críticos. Durante la fase de ingeniería de producción se procede a la incorporación paulatina de la configuración logística.

Durante la fase de producción es cuando se crea el GDB propiamente dicho, el cual se transfiere a la Armada en el momento de la entrega del buque. En la fase de garantía y servicio del buque, el GDB debe permitir la explotación de servicios de apoyo al ciclo de vida por parte de la Armada y Navantia.



Figura 5. Sincronización del gemelo digital.

La figura 6 muestra el ciclo de vida del GDB, donde se aprecia que el proceso constructivo del buque discurre en paralelo con la evolución de su réplica virtual, que inicialmente es una maqueta digital a la que se van incorporando elementos de configuración logística hasta llegar a un gemelo digital básico que se entregara a la Armada concurrentemente con el buque.

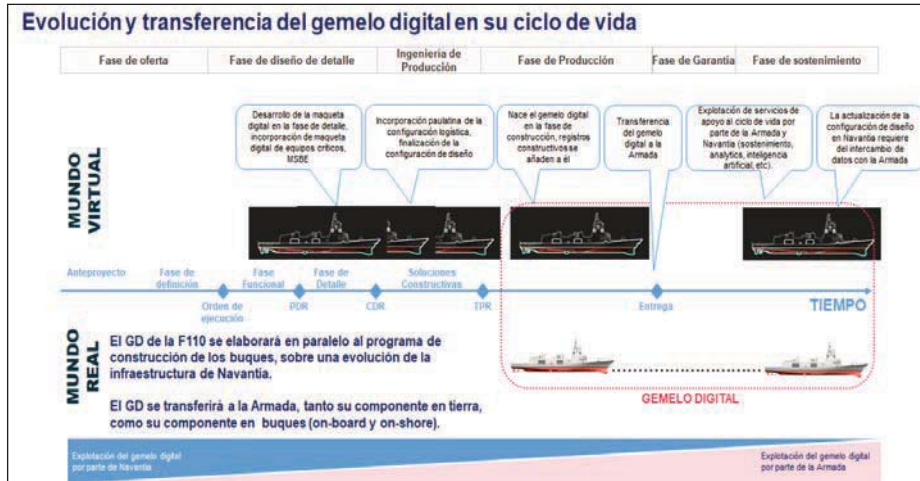


Figura 6. Evolución del gemelo digital durante el ciclo del vida del buque.

El GDB es un sistema de información, y como tal se ha incluido en el análisis de vulnerabilidades de ciberdefensa de la fragata *F-110* y dispondrá de los elementos necesarios para llevar a cabo la separación de redes con las que tiene conexión, con especial atención a los equipos del sistema de combate.

Realidad aumentada en la fragata *F-110*

La MDA y el GDB permitirán a las dotaciones de los buques utilizar las ventajas de la realidad aumentada para la identificación de elementos de configuración en todo el buque. Por medio de dispositivos portátiles tipo *tablet* o *smartphone* podrán leer la etiqueta electrónica de los elementos de configuración y presentar la información disponible para ellos en MDA y GDB. De la misma forma podrán identificar y presentar datos de los circuitos de tuberías o cableado, superpuestos a la imagen real proporcionada por el equipo portátil (figura 7).

Sistema de Servicios Integrados (SSI) en la fragata *F-110*

El GDB y la realidad aumentada exigen una amplia conectividad en prácticamente todos los locales del buque; para ello Navantia, en colaboración con la Universidad de Vigo está desarrollando nodos que, integrados en las lumi-

APOYO LOGÍSTICO 4.0

narias del buque, podrán proporcionar conectividad a los citados equipos portátiles en cualquier ubicación, incluyendo cubiertas exteriores. Este SSI dará soporte adicionalmente al sistema de localización de personal y a una parte de las comunicaciones interiores inalámbricas.

Impresión 3D en la fragata *F-110*

Cada buque dispondrá de dos impresoras 3D para imprimir piezas de repuesto a partir de la información contenida en el GDB.



Figura 7. Ejemplo de realidad aumentada. (Propiedad de Aumenta Solutions).

Conclusiones

La fragata *F-110* es el primer programa naval de gran entidad que sigue el proceso de obtención establecido en las Instrucciones del SEDEF 67/2011 y 72/2012 y cuya Oficina de Programa se encuentra en la DGAM.

De acuerdo con las instrucciones anteriores, el jefe de Programa es responsable de la elaboración del CAL del buque, que deberá ser refrendado por la Armada previamente a su aprobación por el DIGAM.

Para garantizar la adecuación del CAL a las necesidades de la Armada se ha establecido un método de trabajo con participación de personal de la Arma-

da y de la Oficina de Programa, cuyo objetivo es identificar todos los aspectos logísticos que deban ser incluidos en el contrato con Navantia.

Además, la Armada está apoyando a la DGAM en otros puntos clave del programa, tales como apoyo de ingeniería, interpretación de requisitos, elaboración de especificaciones y asesoramiento técnico especializado.

La Armada se encuentra en un proceso de transformación del concepto de apoyo logístico. Este nuevo CONLOG se basa en dos elementos fundamentales: por una parte, los nuevos paradigmas de la Industria 4.0, y por otra, el hecho de que el Programa *F-110* pueda ser elemento tractor y por lo tanto pueda incluir parte de estos nuevos conceptos en su diseño. Todo ello orientado a una mayor eficacia y a un menor coste de obtención.

La concurrencia de tecnologías asociadas a 4.0 hace posible desarrollar nuevas herramientas que se espera faciliten el ciclo de vida de los buques, tales como la maqueta digital y el gemelo digital, los cuales permitirán disponer de réplicas virtuales del buque integradas con las aplicaciones logísticas de la Armada.

El buque dispondrá de datos provenientes de los sensores de los equipos de plataforma a través del SICP y de los elementos del sistema de combate a través de las funcionalidades BITE embebidas en los sensores. Todo ello formará parte del gemelo digital básico (GDB) a los efectos de explotación por los sistemas logísticos de a bordo y se transmitirán a tierra a través de un enlace de alta capacidad adaptativo a las necesidades de la aplicación.

La componente terrestre se basará en un centro de situación (CESADAR) que reciba datos en tiempo real proporcionados por sensores del buque que se analicen en base a técnicas de *big data*, de forma que se puedan implementar esquemas de detección de fallos y acciones de mantenimiento que optimicen el coste de ciclo de vida.

Para que todo ello sea posible, es necesario que los desarrollos conceptuales de la Armada y el esfuerzo de definición del Apoyo Logístico para el Programa *F-110* discurren en paralelo, en un escenario complejo donde hay dos organismos de actuación diferentes: Armada y DGAM.

Por todo lo anterior, el Programa *F-110* se considera que presenta notables aspectos diferenciales respecto a otros gestionados desde la DGAM, lo cual exige que el papel de la Armada en el Programa sea enormemente proactivo a todos los niveles y en todos los ámbitos del proceso de obtención, desde las fases iniciales de diseño hasta la entrada en servicio. Esto exige establecer un modelo marco de colaboración entre organismos que supera lo fijado en la actual normativa que regula el proceso de obtención del armamento y material y gestión de programas.