

Capítulo sexto

Procesos de validación y verificación de los requisitos de Estado Mayor en los programas especiales de armamento

Eduardo Almazán-García Campos

Resumen

En el año 2016 el Tribunal de Cuentas realizó un informe de fiscalización de la financiación de los programas especiales de armamento (PEA), en el cual se indicaba la aparición y necesidad de adaptación de dichos programas a unos nuevos requisitos con la consiguiente generación de sobrecostes en dichos programas. El tratamiento de requisitos es un procedimiento trascendental y necesario, puesto que los errores más destacables y económicamente más demandantes se producen a causa de una inadecuada ingeniería de requisitos en las etapas tempranas del proceso. El estudio de cómo se implementan estos requisitos en los PEA supone un campo de conocimiento e interés en la línea del planeamiento de recursos y más concretamente en el área de la industria de defensa.

Así pues, nuestro objetivo es el análisis de los procesos de validación y verificación de requisitos. Y así profundizar en la concatenación de acciones secuenciales que se inicia en el proceso de planeamiento de recursos materiales, continúa con el proceso de obtención y la gestión de los programas para determinar las consecuencias en forma de sobrecostes y extensión de plazos que

tiene la modificación de requisitos o la inclusión de unos nuevos durante el desarrollo del proceso de obtención de material.

Palabras clave

PEA, material, capacidades, requisitos, validación, verificación, V&V.

Validation and verification processes of Staff operative requirements in special armament programs

Abstract

In 2016, the Court of Auditors made a report on the financing of the Special Armament Programs (PEAs in Spanish acronyms), which indicated the emergence and need to adapt these programs to new requirements with the consequent generation of cost overruns in these programs. The treatment of requirements is a transcendental and necessary procedure, since the most notable and economically more demanding errors occur due to inadequate requirements engineering in the early stages of the process. The study of how these requirements are implemented in the PEAs implies a field of knowledge and interest in the line of Resource Planning and more specifically in the area of the Defence Industry.

Thus, our objective is the analysis of the validation processes and verification of requirements. And thus deepening the concatenation of sequential actions that begins in the process of material resource planning, continues with the process of obtaining and managing the programs to determine the consequences in the form of cost overruns and extension of deadlines that causes the modification of requirements or the inclusion of new ones during the development of the process of obtaining material.

Keywords

PEA, material, capacities, requisites, validation, verification, V&V.

«...muy raramente partimos de requisitos con sentido.
Incluso teniéndolos, la única medida del éxito
que importa es si nuestra solución resuelve
la cambiante idea que el cliente
tiene de lo que es su problema...»

Jeff Atwood

Introducción

El 21 de septiembre de 2011 el secretario de Estado de Defensa (SEDEF) compareció ante la comisión de Defensa del Congreso de los Diputados con el objetivo de informar sobre los programas principales de modernización de la Defensa. En dicha comparecencia el SEDEF afirmó que era «...imprescindible revisar el modelo de adquisiciones empleado durante más de quince años porque resulta insostenible e inadecuado para alcanzar los objetivos de una buena política de armamento y material...»¹.

La gestión de los programas especiales de armamento (PEA) en España ha supuesto una inversión que ha superado los 30.000 millones de euros en tres décadas, a lo que sumamos las implicaciones que esta inversión tiene en el desarrollo tecnológico de la industria nacional y en la generación de empleo con una elevada cualificación².

Desde la década de los noventa, España ha seguido una política basada en la ejecución de programas de defensa para actualizar y dotar de los mejores recursos a su alcance a las Fuerzas Armadas (FAS); inicialmente desde los órganos logísticos de los Ejércitos y la Armada, y desde 2011, de una forma conjunta, la gestión de los PEA se centralizó en la Subdirección General de Gestión de Programas perteneciente a la Dirección General de Armamento y Material (DGAM).

¹ Comparecencia del SEDEF ante la Comisión de Defensa del Congreso, 21 de septiembre de 2011. Diario de Sesiones del Congreso de los Diputados. 2011. Núm. 838. Madrid: p. 2.

² TRIBUNAL DE CUENTAS. «Resolución de 19 de abril de 2017, aprobada por la Comisión Mixta para las Relaciones con el Tribunal de Cuentas, en relación con el Informe de fiscalización de la financiación extraordinaria de los programas especiales de armamento y material de las Fuerzas Armadas, ejercicios 2012, 2013 y 2014. Análisis especial de los programas de gestión internacional: EF2000, A400M y TIGER, y de los programas de gestión nacional: BAM, LEOPARD y NH90». BOE núm. 149, de 23 de junio de 2017. Madrid.

Este es un hecho que, unido a la decisión de fomentar una industria de defensa nacional integrada en la Agencia Europea de Defensa (EDA), ha llevado a los distintos gobiernos a realizar inversiones en programas de defensa, tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

Además, es importante destacar que, en España el sector industrial de la defensa está compuesto por más de cuatrocientas empresas que generan un empleo directo de unos 190.000 puestos de trabajo, además de unos 270.000 empleos indirectos e inducidos³.

Desde el punto de vista sectorial, la facturación se distribuye según la siguiente forma: 42 % aeronáutica civil, 38 % aeronáutica militar, 12 % defensa terrestre y naval y 8 % espacio⁴.

Pero lo más destacable en relación a la creación de empleo del sector es que se trata de un ámbito que es intensivo en creación de puestos de trabajo cualificado, como muestra la última Memoria de Actividades de TEDAE, en la que la cualificación de empleo se distribuye según lo indicado en la figura a continuación.

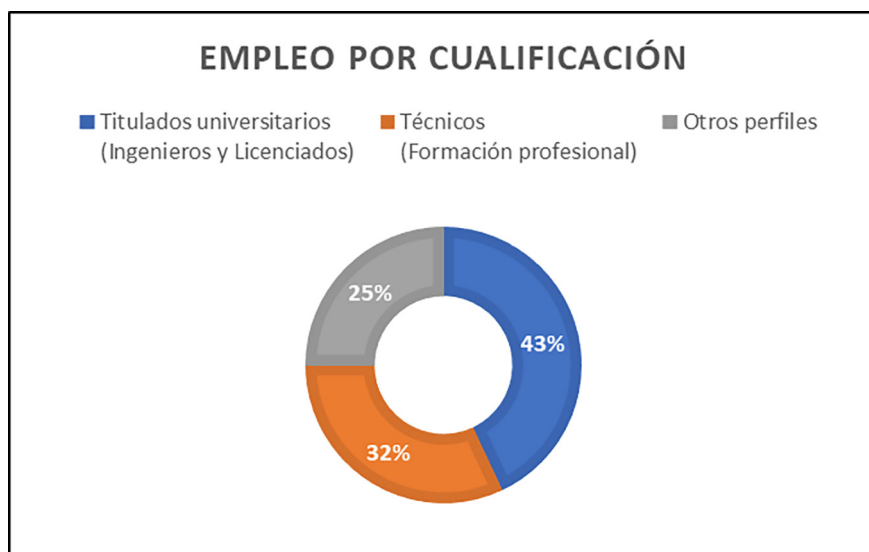


Figura 1. Empleo por cualificación sector defensa. Fuente y elaboración: Memoria Actividades TEDAE 2017

³ DGAM. *La industria de defensa en España. Informe 2016*. Versión 2. Madrid: 2016, p. 44. Disponible en <http://www.defensa.gob.es/Galerias/dgamdocs/Informe-Industria-Defensa-2016.pdf>. Fecha de la consulta 20/04/2019.

⁴ TEDAE. *Memoria de actividades 2017*. Madrid: 2017, p. 10. Disponible en https://www.tedae.org/uploads/files/memoria_TEDAE_2017.pdf. Fecha de la consulta 20/04/2019.

Esto provoca que la productividad media de este sector sea de 3,3 veces la de la media nacional.

Para llevar a cabo la realización de estos proyectos se desarrolló la Instrucción 2/2011, del SEDEF, por la que se regula el proceso de planeamiento de los recursos financieros y materiales⁵, la cual introduce la necesidad de definir unos procedimientos con objeto de asegurar una obtención ordenada de los recursos materiales.

Siguiendo este proceso, en las primeras fases del programa (etapas de diseño y producción) se elabora el documento Requisitos de Estado Mayor (REM) o el Documento de Definición de Requisitos (DDR) para recoger las necesidades y características que debe poseer el producto final obtenido.

Tanto el REM como el DDR, una vez refrendados por el jefe de Estado Mayor o la autoridad correspondiente, se convierten en documentos de referencia, pero no tienen carácter contractual; su aplicación se gestiona mediante la realización de una matriz de cumplimiento de requisitos.

Así, esta matriz de trazabilidad se convierte en un documento vivo que sirve de herramienta en los PEA para observar la evolución que se produce entre el cumplimiento del REM o DDR y las características del producto final obtenido, lo cual no significa necesariamente que el producto obtenido corresponda exactamente con lo inicialmente proyectado.

Asimismo, el SEDEF señalaba una dificultad que era común no solo a todos los programas de adquisición de material militar de ámbito nacional, sino que era extensiva al ámbito internacional y se trataba de «...la tendencia a las sobre-especificaciones en el diseño previo de las características de los sistemas...»⁶.

Señalamos así el hecho de poder apreciar cómo se materializa un programa cuyas unidades (ya sean vehículos terrestres, aeronaves o buques...), una vez finalizadas, van a tener una vida superior a los 20 años de servicio. Por tanto, cabe suponer que el desarrollo del documento REM o DDR tiene una gran relevancia, ya que estas unidades superan el periodo de tiempo estableci-

⁵ SEDEF. «Instrucción 2/2011, de 27 de enero, por la que se regula el proceso de planeamiento de los recursos financieros y materiales». *BOD* núm. 26. Madrid: 2011.

⁶ Comparecencia del SEDEF, comparecencia Comisión de Defensa en el Congreso, 21 de septiembre de 2011. *Op. cit.*, p. 7.

do para el planeamiento a largo plazo⁷ (15 años). Así se puede relativizar la importancia de cierta normativa y/o determinadas decisiones cuya vigencia es menor a lo largo de los años.

Por ende, es importante destacar que pensar sobre requisitos de un sistema ya desarrollado es relativamente sencillo, pero es más complicado el materializar las características que debería poseer un sistema que todavía no se ha elaborado, y ahí también radica su interés.

Es por esto que, si examinamos la propia normativa, así como textos y documentos de diferentes autores de referencia además de procedimientos de obtención⁸ y de validación y verificación (V&V), podemos profundizar en una concatenación de acciones secuenciales que se inicia en el proceso de planeamiento de recursos materiales, continúa con el proceso de obtención y la gestión de los programas y finaliza tras la validación de sus requisitos.

Así pues, nos ceñiremos a la casuística de seis⁹ PEA concretos, tres de gestión nacional: buque de acción marítima, carro de combate Leopard y helicóptero NH90. Y tres de gestión internacional: avión de combate EF2000, avión de transporte A400M y helicóptero TIGER.

⁷ Art. 9.1. Planeamiento de Recursos Materiales. OM 60/2015, por la que se regula el proceso de planeamiento de la Defensa.

⁸ El proceso de obtención de recursos materiales, regulado por la Instrucción 67/2011 del SEDEF, es un proceso de gran importancia para la consecución de los objetivos marcados por la Política de Defensa.

⁹ Estos seis PEA han sido seleccionados porque actualmente se encuentran o bien totalmente finalizados o en un alto porcentaje de desarrollo, lo que nos permite analizar el proceso de obtención de materiales por completo.

«Caminar sobre el agua y desarrollar un proyecto a partir de unas especificaciones es sencillo, si ambas están congeladas»

Edward V. Berard

Las necesidades de la defensa

El proceso de determinación de necesidades para la defensa es un proceso estratégico para los intereses nacionales. Las necesidades se concretan mediante la obtención de unas determinadas capacidades militares. Todo este procedimiento se encuentra regulado por un abundante cuerpo normativo.

En primer lugar, y para la jerarquía normativa, comenzamos nuestro recorrido por la Ley Orgánica 5/2005, de la Defensa Nacional¹⁰, en cuyo articulado se regula la obligación del Ejecutivo de establecer «...los criterios relativos a la preparación y disponibilidad de los recursos [...] materiales...»¹¹ necesarios para la defensa.

Así, es la iniciativa del Ejecutivo recogida en las directrices de la Directiva de Defensa Nacional¹² (DDN) en vigor, la que entre otras también impulsa a la industria nacional del sector de defensa.

Tal y como hemos introducido anteriormente, el proceso de planeamiento de la defensa se encuentra regulado por la Orden Ministerial 60/2015. Esta Orden Ministerial se desarrolla tras incorporar las lecciones aprendidas durante los ciclos de planeamiento previo¹³. Para lo cual desarrolla un nuevo proceso integral en el que se produce un cambio de paradigma, cuyas dos principales características son: una mayor flexibilidad y una colaboración más efectiva entre los distintos actores (independientemente de la autoridad que sancione el documento, el resto debe poder participar en el proceso de realización del mismo). Actores entre los que destacan el JEMAD, responsable del planeamiento militar y por otro lado la Secretaría de Estado, responsable del planeamiento de recursos.

¹⁰ Hasta la fecha esta Ley Orgánica carece de desarrollo reglamentario.

¹¹ Art. 22. Disposición permanente de los recursos. Título V. Contribución a la defensa. Capítulo I. Preparación de recursos para contribuir a la defensa. Ley Orgánica 5/2005, de la Defensa Nacional.

¹² Directiva de Defensa Nacional 2012, de julio de 2012.

¹³ En aplicación de la Orden Ministerial 37/2005, de 30 de marzo, por la que se regula el proceso de planeamiento de la defensa (derogada).



Figura 2. Planeamiento de recursos materiales. Fuente y elaboración: DGAM

Pero, la principal aportación que realiza esta normativa es la introducción de la indispensable trazabilidad¹⁴ entre las necesidades detectadas inicialmente para conseguir satisfacer las distintas capacidades y el correcto empleo de los recursos implicados en su consecución.

Establecimiento de los requisitos en el proceso

La OM 60/2015, se desarrolla mediante la Instrucción 2/2011, por la que se regula el proceso de planeamiento de los recursos financieros y materiales. Esta norma a su vez vuelve a introducir la transparencia y la coordinación como ejes de la obtención de los recursos materiales fijando como objetivo principal alinear el planeamiento militar con los recursos económico/financieros y los materiales de los que en cada momento se disponga.

La Instrucción 67/2011, regula el proceso de obtención de recursos materiales y lo estructura en cuatro fases: conceptual, definición y decisión, ejecución y servicio. Durante este proceso se materializa el planeamiento que partía, como se ha mencionado anteriormente, de los objetivos iniciales de la Política de Defensa.

¹⁴ Preámbulo OM 60/2015, por la que se regula el proceso de planeamiento de la defensa.

Así, mediante este proceso colaborativo entre las distintas autoridades implicadas se define la necesidad¹⁵ –Documento de Necesidad Operativa (DNO)– y se concreta la solución –Requisitos de Estado Mayor (REM)– en las primeras fases del mismo, la fase conceptual y la de definición y decisión.

Como se puede comprobar del estudio de la normativa relacionada en el presente apartado, el proceso de programación de recursos para la defensa, que se basaba en la metodología PAPS (*Phased Array Program System*), fue derogado¹⁶, evolucionando al actual proceso, el cual se ha aplicado en los últimos programas desarrollados (Extensión 1.^a Serie BAM, F-110, VCR 8x8, EF2000, UAS/RPAS, NH90...).

No obstante, a este respecto se plantea la problemática de la necesaria actualización de la normativa asociada al proceso de obtención de recursos materiales en vigor para, entre otros, armonizar los objetivos y evitar la dispersión, puesto que las distintas instrucciones dictadas por el SEDEF, no contemplan los cambios establecidos por la OM 60/2015, los cambios realizados en la actual estructura de la DGAM ni las capacidades que esta Dirección de la SEDEF podría proporcionar¹⁷ en el futuro.

Por otra parte, aunque la OM 60/2015 lleva en vigor cierto tiempo y recientemente hemos empezado a afrontar un nuevo ciclo inversor de Defensa, dicha normativa todavía sigue sin contar con la materialización de alguna instrucción o directiva que proporcione un desarrollo más específico.

Objetivos de obtención

Los pasos para la obtención de un determinado recurso de material se encuentran recogidos en la Instrucción 72/2012 por la que se regula el proceso de obtención de armamento y material y la gestión de sus programas¹⁸. Dicha instrucción divide el proceso en cuatro fases: conceptual, de definición y decisión, ejecución y servicio.

¹⁵ Aptdo. 5.3 de la Instrucción 67/2011, del SEDEF, BOD núm. 189, Sec. I, p. 25191.

¹⁶ Directiva 68/2000, de 9 de marzo, del SEDEF por la que se regula el proceso de obtención de armamento. Madrid: 2000, (derogada).

¹⁷ La iniciativa PESCO planteada por la UE, de reciente implantación, puede necesitar de una ampliación de recursos, al menos de personal, para llevarla a cabo.

¹⁸ SEDEF. «Instrucción 72/2012, de 2 de octubre, por la que se regula el proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas». BOD núm. 202. Madrid: 2012.

El planeamiento de recursos materiales es una parte del planeamiento de recursos donde el documento Objetivo de Recursos de Material¹⁹ (ORM) es la herramienta fundamental del Departamento en la gestión de la programación y obtención de los recursos materiales identificados como necesarios en el ciclo.

En el ORM se establece una relación de componentes que pueden estar conectados entre sí, para constituir el recurso de material necesario para su adquisición mediante la posterior constitución de un programa de obtención.

Un componente tiene un carácter básico²⁰ para el Departamento si su obtención supone para el MDEF una necesidad para alcanzar el nivel mínimo de operatividad de una determinada capacidad militar o si su adquisición ha sido influida por la política industrial o el marco normativo.

Es importante señalar que la programación de recursos materiales está invariablemente asociada a los recursos financieros disponibles y que estos se determinan en la programación de recursos económicos.

Así, para poder programar los componentes de un ORM, estos deben tener asociado un expediente²¹ que justifique su necesidad, su viabilidad, y que incluya la documentación de carácter técnico e industrial, la presupuestación del gasto, la estrategia contractual diseñada, así como los requisitos operativos y funcionales que la solución que se plantea debe satisfacer²².

Fase de definición y decisión

La solución operativa o funcional que cubrirá la necesidad detectada se define en la fase conceptual²³. Y es posteriormente, en

¹⁹ Art. 9.5 Planeamiento de Recursos Materiales. OM 60/2015, por la que se regula el proceso de planeamiento de la defensa.

²⁰ Además, para que un componente tenga la consideración de básico, este debe estar incluido en al menos uno de los siguientes criterios: operativos, funcionales, tecnológicos e industriales y normativo.

²¹ Art. 5.2. Elaboración de los ORM. «Instrucción 2/2011, del SEDEF, por la que se regula el proceso de planeamiento de los recursos financieros y materiales». *BOD* núm. 26, Sec. I, p. 3349.

²² SEDEF. «Instrucción 72/2012». *Op. cit.*

²³ Durante esta fase se lleva a cabo la homogenización mediante el establecimiento de estándares, esta acción la realiza el Estado Mayor Conjunto (EMACON) compatibilizando la funcionalidad del proyecto que se plantea entre usuarios nacionales o con organizaciones de ámbito internacional.

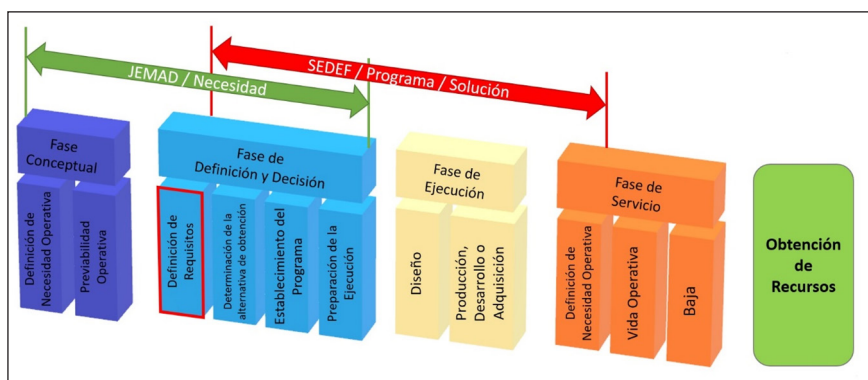


Figura 3. Proceso de obtención de recursos. Fuente DGAM. Elaboración propia

la fase de definición y decisión cuando se determina la solución, tras la realización de un estudio para escoger la alternativa que se va a obtener y donde se hace una valoración de su viabilidad en términos industriales, tecnológicos y económicos.

En la siguiente etapa, denominada de determinación de la alternativa de obtención, se realiza una primera valoración de las distintas opciones técnico-operativas que posteriormente requerirán un análisis en profundidad.

Uno de los principales problemas/defectos que se detectan en el Documento de Requisitos de Estado Mayor (REM) o en el Documento de Definición de Requisitos (DDR) es cuando se adopta una solución que ya existe en el mercado y se utiliza esta para introducir la definición de requisitos de dichos sistemas en el REM o DDR y así dirigir la obtención a una solución determinada, evitando el estudio de cualquier otra alternativa que pueda llegar a satisfacer en mayor medida la necesidad del JEMAD; esta situación tiene como efecto la alteración del proceso de obtención, puesto que elimina la función de la etapa de determinación de la alternativa de obtención y la correspondiente documentación asociada.

Por otro lado, dentro del ámbito tecnológico, es importante conocer qué tipo de tecnología necesitamos para satisfacer nuestra necesidad, puesto que no es improbable el hecho por el cual unos requisitos de Estado Mayor puedan imponer tecnologías que no estén todavía disponibles²⁴ para el momento en el que se establece el diseño del sistema.

²⁴ Este tipo de desarrollos llevan asociados la puesta en marcha, con la antelación suficiente, de programas tecnológicos que nos permitan incorporar esas tecnologías al

Necesidad de la definición de los requisitos

Generalmente no existen soluciones ya desarrolladas en el mercado para cubrir las necesidades detectadas en el proceso de planeamiento de la defensa²⁵. Así las autoridades que observan una necesidad deben definirla mediante el planteamiento de los requisitos que debe cumplir dicha unidad, para poder satisfacer la necesidad que se ha observado.

Dentro del REM se definen distintos tipos de requisitos que pueden ser: operativos, técnicos, logísticos y de interoperabilidad. Y además, cada una de estas capacidades es analizada desde el punto de vista de los factores MIRADO-I (correspondiendo respectivamente: material, infraestructura, recursos humanos, adiestramiento, doctrina, organización e interoperabilidad)²⁶ para que, mediante el estudio de las distintas alternativas disponibles reflejadas en el Documento de Viabilidad (DDV), se determine la solución que de una forma más óptima pueda satisfacer los requisitos establecidos. Este es el momento en el que se inicia el proceso de determinar las especificaciones partiendo de la solución de la alternativa de obtención.

El tratamiento de requisitos es un procedimiento trascendental y necesario, puesto que los errores más destacables y económicamente más demandantes se producen a causa de una inadecuada ingeniería de requisitos en las etapas tempranas del proceso.

En el año 2016, el Tribunal de Cuentas realizó un informe²⁷ de fiscalización de la financiación de los programas especiales de armamento (PEA), en el cual se indica la incorporación y/o modificación, con la consiguiente necesidad de adaptación de dichos programas a unos nuevos requisitos (de oportunidad), con el resultado de la generación de sobrecostes y retrasos en los calendarios de entregas para dichos programas.

El impulso de los PEA se produjo a mediados de los años noventa en un proceso de adaptación de las FAS a unas nuevas misio-

programa en el momento adecuado, tras un proceso de maduración tecnológica que puede llevar varios años.

²⁵ El Planeamiento de la Defensa fija tres horizontes temporales: corto, medio y largo plazo.

²⁶ JEMAD. *Capacidades militares de las Fuerzas Armadas. PDC-01. Doctrina para el empleo de las FAS*. 2018, p. 54.

²⁷ Informe Tribunal de Cuentas 1.155. *Op. cit.*, p. 171.

nes (como por ejemplo la participación como parte integrante de organizaciones internacionales en el exterior) y la consiguiente adaptación de los sistemas de armas para conseguir entre otros los necesarios requisitos de interoperabilidad combinada entre FAS de distintos países.

Los PEA son programas que presentan una gran complejidad, un impacto industrial, operativo y al mismo tiempo suponen la inversión de un gran volumen de recursos económicos. Además, la ejecución de estos programas favorece²⁸ los siguientes aspectos:

- La actualización de las capacidades de las FAS españolas y su interoperabilidad en los despliegues con países aliados.
- Desarrollo de las capacidades industriales españolas con alto componente tecnológico, lo que posibilita la exportación de dichas capacidades mediante la participación en los mercados internacionales.
- Creación de empleo de alta cualificación y la transferencia de tecnología a sectores civiles.
- Cooperación industrial conjunta.

Asimismo, los PEA se encuentran recogidos en el Programa Presupuestario 122B del MDEF y que se caracterizan con respecto al resto de programas por su sistema de prefinanciación en la que participa el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCO-TUR), que permite al MDEF realizar los pagos de forma diferida, ejecutándolos a partir del momento de la entrega.

Como hemos comentado, el modelo de financiación de los PEA requiere de un abono previo de las cantidades a los contratistas. Esta situación, que se mantiene en los programas de gestión nacional, tiene una excepción en los programas de carácter internacional en los que el sujeto agente que realiza el seguimiento, control y gestión económica del programa es una organización internacional, como la OCCAR (*Organisation Conjointe de Coopération en Matière d'Armement*)²⁹ o NETMA (*NATO Eurofighter and Tornado Management Agency*), por citar algún ejemplo.

Así, mediante este proceso de tratamiento de requisitos, inicialmente se especifican las funcionalidades que debe poseer

²⁸ «Real Decreto-Ley 26/2012, de 7 de septiembre, por el que se concede un crédito extraordinario en el presupuesto del Ministerio de Defensa para atender al pago de obligaciones correspondientes a programas especiales de armamento por entregas ya realizadas». *BOE* núm. 217. Madrid: 2012. Sec. I, p. 63236.

²⁹ Estas dos organizaciones son las que gestionan los principales programas internacionales.

el sistema, además de las limitaciones establecidas en dicho funcionamiento³⁰.

De esta forma podemos inferir que la identificación de requisitos plantea un contratiempo para la autoridad que ha detectado la necesidad, puesto que, tras la identificación, esta debe definir los requisitos de dicho sistema. Por tanto, se inicia un proceso complejo en el que se desarrollan los requisitos con los que debe contar el sistema para satisfacer la necesidad detectada.

Sin embargo, «no existe» una «estandarización» generalmente «aceptada para» llevar a cabo «este proceso de forma sistemática y estructurada» y que nos ofrezca un resultado con un nivel de calidad aceptable³¹. Aunque hay autores³² que coinciden en dividir el proceso de especificación de requisitos en tres acciones:

1. La identificación de requisitos.
2. La definición de requisitos.
3. La validación y verificación de requisitos.

La información para desarrollar los requisitos se puede obtener de fuentes muy diversas como los procesos operativos, la doctrina o las necesidades de interoperabilidad (asociada a estándares).

Y finalmente se recoge de forma sistemática en el documento de Requisitos³³ de Estado Mayor o en el Documento de Definición de Requisitos.

Siguiendo a Escalona y Koch podemos identificar las principales técnicas que son utilizadas en las actividades de identificación, descripción y validación³⁴ de requisitos. Estas técnicas presentan diversas ventajas e inconvenientes, por lo que cada una tendrá una mejor aplicación según el sistema que se desee desarrollar.

«Actualmente» las empresas «contratistas determinan la metodología» con la que se realiza el «seguimiento, la trazabilidad y la consecución de los requisitos»³⁵ de Estado Mayor de un determinado programa. Para lo cual los contratistas desarrollan un plan

³⁰ ESCALONA, María José; KOCH, Nora. «Ingeniería de requisitos en aplicaciones para la Web—Un estudio comparativo». Sevilla: Universidad de Sevilla, 2002.

³¹ *Ibíd.*

³² LOWE David y HALL Wendy. *Hypermedia and the Web: An engineering approach*. Chichester: Ed. John Wiley & Sons, Inc., 1999.

³³ Documento que cierra la primera etapa de la fase de definición y decisión.

³⁴ En esta fase de definición, al estar pendiente de producción nuestro sistema, debemos esperar para proceder a la verificación del cumplimiento de los requisitos.

³⁵ Aptdo. 7. «Instrucción 67/2011». *Op. cit.*, p. 25198.

de validación y verificación (V&V) en el que se especifica el modo en el que se va a demostrar el cumplimiento de dichos requisitos. En cambio, para la gestión de riesgos, la DGAM cuenta con una instrucción técnica específica³⁶ que regula el proceso de gestión de riesgos y los métodos para la elaboración y evaluación de planes de gestión de riesgos.

Por parte de la Administración, los encargados de la gestión durante la fase de producción serán el jefe de Programa y/o el director técnico, los encargados de velar por la correcta ejecución del programa, así como de la verificación de los requisitos establecidos y recogidos en las especificaciones de contrato (EdC) para la necesidad objeto del programa de obtención.

Mediante los procedimientos V&V se utilizan numerosas herramientas aplicables al seguimiento de requisitos, en el campo de la ingeniería. Como hemos comentado, el MDEF admite en su normativa que sean los contratistas los que determinen dichos métodos y las consiguientes aplicaciones informáticas para realizar este seguimiento.

Es por esto que el estudio de cómo se implementan estos requisitos en los PEA supone un campo de conocimiento e interés en la línea del planeamiento de recursos y más concretamente en el área de la industria de defensa.

Concepto de requisito

Si atendemos al origen etimológico de la palabra requisito, este es un concepto que proviene del latín *requisitus*, del verbo *requirere* y que puede traducirse como «requerir» o «reclamar». Es decir, se trata de aquello que es condición *sine qua non*.

En ingeniería de sistemas es la definición de un contenido, forma o funcionalidad. Los requisitos indican qué debe hacer el sistema, sin decir cómo hacerlo. Dentro del proceso de obtención³⁷ establecido en el MDEF, los requisitos se definen en la fase de diseño y se recogen en el REM o en el DDR.

Asimismo, según su importancia se distinguen principalmente dos tipos de requisitos:

³⁶ DGAM. «IT 4201.01 C. Instrucción técnica. Proceso de gestión de riesgos. Elaboración y evaluación de planes de gestión de riesgos». Madrid: 2014.

³⁷ Aptdo. 6.3 de la «Instrucción 67/2011». *Op. cit.*, p. 25193.

- Requisitos funcionales, que especifican una funcionalidad que la unidad/sistema proyectado debe ser capaz de realizar.
- Requisitos no funcionales, que indican cómo el sistema debe realizar sus funciones. Por ejemplo: la disponibilidad, la auto-comprobación, el mantenimiento, la facilidad de uso, el rendimiento, etc.

Posteriormente, en la fase de ejecución de los programas de obtención de armamento y material, se realiza la gestión de estos requisitos. Esta gestión implica la realización de las siguientes tareas:

- Desarrollo de requisitos de detalle. El seguimiento y la supervisión de las actividades de ingeniería de sistemas desempeñadas por el contratista.
- Trazabilidad de requisitos (ejecución de pruebas). Seguimiento y supervisión de los planes de V&V del contratista³⁸.

Las pruebas de validación y verificación son aquellas cuya finalidad es la constatación del cumplimiento de las especificaciones de detalle por parte de la industria y cuyo origen es el contrato.

Las pruebas de aceptación individual son las que se llevan a cabo para recibir los sistemas o unidades fijados en el contrato.

Los procesos de V&V de requisitos establecen los mecanismos mediante los cuales se verifican y validan las funcionalidades que deben proporcionar la unidad o sistema, así como las limitaciones que debe tener en su operación³⁹.

³⁸ Capítulo 7. Gestión de requisitos. Módulo 6. Dirección y gestión de programas de adquisición específicos de la DGAM. Master Universitario en dirección y gestión de adquisiciones de sistemas para la defensa.

³⁹ ESCALONA, María José; KOCH, Nora. *Ingeniería de requisitos en aplicaciones para la Web—Un estudio comparativo*. Op. cit.

«...si tu proyecto no funciona, busca en la parte que no pensaste que fuera importante...»

Arthur Bloch

Causas del problema

Una vez detectada esta problemática por el Tribunal de Cuentas, se hace necesario revisar los procesos utilizados desde un punto de vista teórico para señalar posibles deficiencias sistémicas que se pueden producir en el diseño, por ejemplo, con una incorrecta definición de los requisitos.

En la fase de definición y decisión, se puede producir una concatenación de errores en diferentes aspectos como la definición técnica o de estimación, fallos en la aplicación de sistemas de control de costes, una selección de indicadores de producción errónea o un excesivo optimismo⁴⁰.

Con esta misma idea se plantea que tanto la flexibilidad como el dinamismo son necesarios para cualquier organización que pretenda adaptarse a la realidad, por lo que dichas cualidades requieren una correcta ubicación dentro del rocoso proceso de planeamiento de la defensa⁴¹.

Es normal que los mecanismos de contratación sean percibidos como el fin último del proyecto en lugar de una herramienta para llevarlo a cabo⁴². Por este motivo, dentro de la Administración Pública, generalmente, es necesario definir con claridad el proceso de contratación previo al desarrollo del proyecto y sus aspectos derivados como la gestión de calidad del mismo.

Es importante destacar que el objetivo del MINISDEF es que el resultado del programa sea la obtención de la solución para cubrir las necesidades detectadas por la organización. Así, los procedimientos de contratación pública deberían ser una herramienta de control de los procesos de obtención, de forma que se optimicen los recursos económicos públicos⁴³.

⁴⁰ NOGUEIRA GUASTAVINO, José Luis. «Planeamiento versus desiderátum. Sostenibilidad de la obtención de capacidades militares». *Boletín de Información*, n.º 313. Madrid: 2009. pp. 39-72.

⁴¹ GÓMEZ RUEDAS, Jesús. «Cartera de proyectos de tecnologías de la información». *Boletín IEEE*, núm. 9. Madrid: 2018, pp. 744-764.

⁴² *Ibíd.*, p. 749.

⁴³ GÓMEZ RUEDAS, Jesús. «Cartera de proyectos de tecnologías de la información». *Op. cit.*, p. 750.

TIPO DE PROGRAMA		INICAL	FINAL	VARIACIÓN
EF-2000  Avión de combate				
	Presupuesto (en mill €)	11.430	12.843	1.413
	Unidades	87	73	-14
A400M  Avión de transporte				
	Presupuesto (en mill €)	4.442	5.019	577
	Unidades*	27	14	-13
NH-90  Helicóptero de transporte				
	Presupuesto (en mill €)	1.260	1.682	422
	Unidades	45	22	-23
BAM  Buque de acción				
	Presupuesto (en mill €)	352	509	157
	Unidades	4	4	0
TIGRE  Helicóptero de ataque				
	Presupuesto (en mill €)	1.353	1.515	162
	Unidades	24	24	0
LEOPARDO  Carro de combate				
	Presupuesto (en mill €)	1.909	2.508	599
	Unidades	235	235	0
TOTAL PRESUPUESTO		20.746	24.076	3.330

(*) España comprará 27 unidades de las que 13 no serán operativas.

Figura 4. Sobrecostes de los PEA. Fuente: Informe 1.155 Tribunal de Cuentas. Elaboración: elEconomista

Sin embargo, los principales programas de armamento suman sobrecostes⁴⁴. Y estos sobrecostes no son extraños en PEA en los que el componente tecnológico es un riesgo a causa de los desarrollos que van asociados.

El cliente es quien sufraga los costes de un programa; no obstante, estos gastos no deben limitarse únicamente al coste del desarrollo y la construcción de los proyectos, sino que incluyen, además de esas etapas, todos los imputables a su operación y posterior baja. El conjunto de estas etapas se denomina de forma colectiva como ciclo de vida⁴⁵.

⁴⁴ DÍAZ, E., SEMPRÚN, A. «Los principales programas de armamento suman sobrecostes 3.300 M€». *elEconomista.es*. Madrid: 2016. Disponible en <https://www.economista.es/economia/noticias/7729409/07/16/Los-principales-programas-de-armamento-suman-sobrecostes-por-3330-millones.html>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

⁴⁵ PASTOR SÁNCHEZ, J. «Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida de un sistema de armas en España». Tesis doctoral, UNED-Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado. Madrid: MDEF, 2016, p. 33.

El valor del gasto que ha conllevado el proyecto durante su ciclo de vida se denomina coste de ciclo de vida (CCV). En la figura a continuación se puede observar la distribución del CCV en la que destaca el hecho de que las decisiones que se tomen en las fases preliminares tendrán un gran impacto en los costes de apoyo y operación, que suponen las partidas más importantes del CCV.

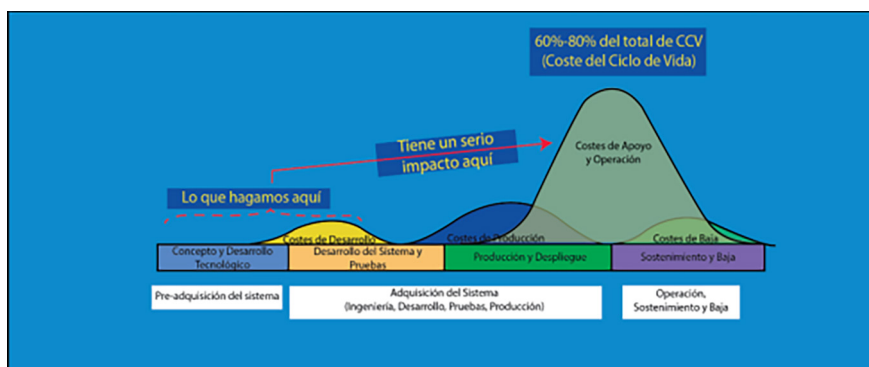


Figura 5. Coste del ciclo de vida de un sistema.
Fuente y elaboración Pastor Sánchez⁴⁶

Así, el coste de un sistema, se entiende en la gráfica como el área bajo la curva, de lo que podemos inferir que los costes que se generan posteriormente (sombreados en verde) son superiores a los de adquisición (sombreados en amarillo y azul).

Si tomamos ese CCV y lo dividimos por el número de unidades que se van a fabricar, obtenemos otro concepto importante que es el coste unitario. Este concepto es un indicador útil a la hora de tomar una decisión en favor de un sistema u otro.

Estudio de los PEA

Una vez establecidos los conceptos mencionados en los apartados anteriores, podemos centrar nuestra atención en el estudio de los programas de obtención sobre los que el Tribunal de Cuentas realizó el informe núm. 1.155 de 16 de julio de 2016⁴⁷, para de esta forma estudiar la casuística ocurrida tanto a programas de obtención de gestión nacional como internacional. Estos programas son:

⁴⁶ PASTOR SÁNCHEZ, J. «Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida de un sistema de armas en España». *Op. cit.*, p. 37.

⁴⁷ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*

a) Programas nacionales:

- I. Buques de acción marítima (BAM).
- II. Carro de combate Leopard.
- III. Helicóptero NH90.

b) Programas internacionales:

- I. Avión de combate EF2000.
- II. Avión de transporte A400M.
- III. Helicóptero TIGER.

La formalización de todos los programas relacionados puede ser clasificada como «contratos de suministro de fabricación», según lo establecido en el art. 172.1 c) del Real Decreto Legislativo 2/2000⁴⁸, que determina que los sistemas que sean entregados por el contratista deben ser elaborados con arreglo a «características» (requisitos) peculiares que haya fijado con anterioridad la Administración.

Independientemente del tipo de gestión y procesos con los que se hayan llevado a cabo la obtención de los distintos programas, podemos observar una característica común a todos los sistemas, y esta es el retraso en las entregas de las unidades contratadas con la consiguiente modificación del calendario previamente establecido⁴⁹.

Programa BAM

El programa BAM nace en el año 2004 siguiendo la metodología PAPS⁵⁰ con la finalidad de obtener cuatro unidades⁵¹. Así, mediante un proceso de desarrollo industrial nacional y teniendo como contratista principal a la empresa pública Navantia, se buscaba la modernización de la Fuerza de Acción Marítima.

El objetivo de dicho programa implicaba el desarrollo del diseño, la integración de sistemas y la construcción de unas unidades navales que cumpliesen los requisitos establecidos en el docu-

⁴⁸ «Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de junio, aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (LCAP)». *BOE* núm. 148. Madrid: 2000, (derogado).

⁴⁹ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 19.

⁵⁰ Esta metodología sirve de base para el desarrollo del actual proceso de obtención según se recoge en la Instrucción 67/2011 del SEDEF.

⁵¹ Posteriormente se contrataron dos unidades más mediante la firma de una orden de ejecución independiente y la constitución del Programa de Extensión de la 1.ª serie BAM.

mento REM aprobado⁵² por el almirante jefe de Estado Mayor de la Armada (AJEMA) el 25 de abril de 2005.

Durante la fase de ejecución y mediante la figura de las modificaciones⁵³ sobrevenidas, se realizaron variaciones al diseño aprobado, que son introducidas a «posteriori» en el proyecto y que deben evitar alterar las «características fundamentales»⁵⁴ que se llevan a cabo en la etapa de producción del proyecto.

Dentro del programa BAM se aprobaron doce POC, si bien cuatro de ellas fueron sin coste, lo que les presupone una trascendencia menor en el programa. Las restantes están relacionadas en la figura 6 a continuación.

POC	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)	% Respecto OE
511-233-0001-A	ADECUACIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA AL MOTOR SELECCIONADO	1.000.000	0,28
511-441-0004-A	ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DE ANTENAS HF	38.690	0,01
511-588-0005-A	MODIFICACIÓN DE LA POSICIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTROL DEL HELICÓPTERO	14.358,16	0,00
511-655-0009-A	SUSTITUCIÓN DE TABLA DE PLANCHADO POR SISTEMA AUTOMÁTICO DE PLANCHA	67.219,64	0,02
511-446-0012-A	BANDEJAS CRIPTO	70.206,16	0,02
511-562-0014-A	TIMONES CON FLAPS	94.835,16	0,03
511-086-0059-A	OE DOCUMENTACIÓN EOSS-AFOS-SDOSS-LCC	299.834,51	0,09
511-588-0060-A	ADQUISICIÓN SISTEMA TRIGÓN (C/511, C/512, C/513, C/514), PARRILLA ⁵⁵ (C/511, C/512, C/513, C/514) Y MONTAJE 513 Y 514	5.176.496,83	1,47
TOTAL		6.761.640,46	1,92

Figura 6. Propuestas oficiales de cambio BAM. Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia.

⁵² La aprobación supone la sanción por una autoridad de un hito documental que finaliza una fase o etapa, en este caso la aprobación del REM finalizaba la etapa de definición de requisitos. Apto. 3 Pto. 3.b) Instrucción 67/2011. *Op. cit.*, p. 25190.

⁵³ Cláusula 4.2 Propuesta de Oficial de Cambio. Convenio Ministerio de Defensa – Navantia. Madrid: 2014.

⁵⁴ Para esto se fija un porcentaje (10 %) sobre el coste del total del proyecto que no se debe sobrepasar para que este cambio no sea considerado sustancial.

⁵⁵ Este elemento del sistema de las ayudas al aterrizaje de helicópteros va asociado a otro PEA, el NH90. Sin embargo, aunque forma parte de la princi-

Como consecuencia de las modificaciones introducidas, además de las circunstancias normales que se pueden llegar a producir durante la construcción de cualquier buque, se produjeron retrasos en la entrega de las distintas unidades, con la distribución que se muestra en la figura 7, cuyos retrasos acumulados suman 78 meses.

SERIE BAM	FECHAS PREVISTAS DESDE LA FIRMA DE LA OE	FECHA FINAL DE ENTREGA	DIFERENCIA (MESES)
BAM 1 «Meteoro»	Mes 36: 31/07/2009	07/2011	23
BAM 2 «Rayo»	Mes 44: 31/03/2010	10/2011	18
BAM 3 «Relámpago»	Mes 48: 31/04/2010	02/2012	18
BAM 4 «Tornado»	Mes 52: 30/11/2010	07/2012	19
TOTAL			78

Figura 7. Retrasos en las entregas programa BAM. Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia.

El programa BAM acumuló varias acciones que pueden suponer la aparición de problemas en la ejecución del mismo ya desde el inicio, como el hecho de que el principal documento que reglamenta la labor del programa, la Directiva de Programa BAM⁵⁶, no se hubiera aprobado⁵⁷. A lo que se le suma la modificación de los requisitos operativos durante la ejecución del programa con las modificaciones que, si bien no se consideran sustanciales (puesto que esta clasificación solo atiende al ámbito económico), sí deberían ser estudiadas desde el punto de vista técnico-constructivo (como el tiempo necesario para la instalación de un nuevo elemento en la cubierta de vuelo), además de poder incorporarse al REM.

Programa Leopardo

En el Consejo de Ministros del 23 de diciembre de 1998⁵⁸ se aprobó el acuerdo por el cual se autorizaba la puesta en marcha del contrato, con la empresa Santa Bárbara Blindados, para la

pal modificación que se realizó en el programa BAM, hasta la fecha no se ha entregado ninguna unidad navalizada de NH90 y por lo tanto el elemento de la parrilla continúa sin tener un uso operativo.

⁵⁶ Aptdo. 6.1 «Directiva 68/2000, del SEDEF». *Op. cit.*

⁵⁷ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 107.

⁵⁸ Referencia del Consejo de Ministros, miércoles 23 de diciembre de 1998. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/1998/c2312980.aspx>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

adquisición de 219 carros de combate Leopard modelo 2E y 16 carros de recuperación Leopard de la versión 2ER⁵⁹. Este contrato también implicaba los servicios de puesta en marcha del sistema, del Apoyo Logístico Integrado (ALI) y un primer suministro de munición.

La orden de ejecución (OE) sufrió seis modificaciones, de las cuales se destacan técnicamente las siguientes⁶⁰:

- Sustitución del cañón Rh 120/L44 por el cañón Rh 120/L55, que pasa por ser el armamento principal del carro.
- La modificación del calendario ampliándose un plazo de ejecución adicional de siete meses.
- Modificación de las especificaciones técnicas asociadas al hito I.
- Instalación de una unidad de potencia auxiliar (UPA) en el modelo Leopard 2E.
- Instalación de un equipo de aire acondicionado en el modelo Leopard 2E.
- Incorporación de los sistemas automáticos de mantenimiento (SAM).

En este programa se han recibido todas las unidades que se contrataron inicialmente, además de las asistencias y materiales que formaban parte del alcance del contrato. No obstante, la OE no estaba exenta de ciertas disfuncionalidades.

En primer lugar, se contemplaron requisitos con características técnicas inalcanzables por la industria, como las establecidas por el Estado Mayor del Ejército (EME) para la UPA del Leopard 2E, para la que no existía en el momento de la formalización del contrato una solución técnica viable⁶¹.

Además, durante la ejecución, por parte de la SEDEF, se incorporó el requisito de instalar un sistema automático de mantenimiento (SAM) como un nuevo elemento del apoyo requerido en la puesta en marcha del sistema.

Finalmente, hay que señalar que el Tribunal de Cuentas⁶² indicó la existencia de irregularidades contractuales al no incorporarse la previsión de garantía que incluye las asistencias necesarias, sin coste para el MINISDEF, del contratista para asegurar la inte-

⁵⁹ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 108.

⁶⁰ *Ibid.*, pp. 114-115.

⁶¹ *Ibid.*, p. 115.

⁶² *Ibid.*, p. 114.

gridad de los materiales⁶³ suministrados en caso de fallo o avería de los mismos.

Dicha garantía supone un resguardo contractual para el programa, cubriendo imprevistos que pudieran ocurrir tras la entrega del producto, como en el caso de la falta de calidad y prestaciones detectadas en las transmisiones de los carros. De esta forma, la Administración evita enfrentarse a los sobrecostes que conllevaría la sustitución/repelación de dicho material.

Todas estas modificaciones e incidencias durante la fase de producción, tuvieron un impacto negativo (la OE sufrió 51 prórrogas) ralentizando el calendario de entregas inicialmente planteado con el resultado de un retraso de varios años en el suministro de ambos modelos –2E y 2ER– según se puede observar en la figura 8.

	Leopardo 2E		Leopardo 2ER	
	OE Inicial	REAL	OE Inicial	REAL
1999	0	0	0	0
2002	20	0	5	0
2003	60	0	10	0
2004	100	3	15	1
2005	140	40	16	5
2006	180	73		15
2007	219	101		16
2008		134		
2009		155		
2010		155		
2011		206		
2012		217		
2013		219		

Figura 8. Calendario de entregas CC Leopardo 2E y 2ER.
Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia.

⁶³ Gestión de la calidad y asistencia en garantía necesarias, puesto que en la fase de preparación para la entrada en servicio se detectó un bajo rendimiento en las transmisiones de los carros.

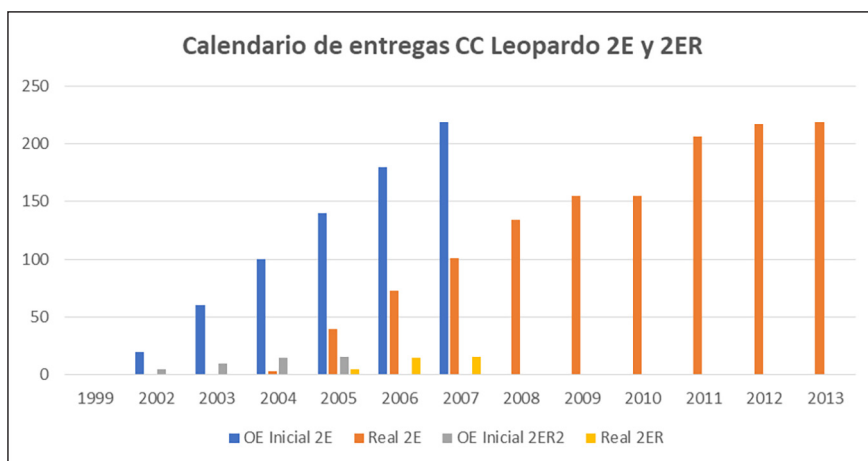


Figura 9. Distribución entregas CC Leopardo 2E y 2ER.
Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia

Lo que nos lleva a la distribución temporal que se muestra en la figura 9.

Así, según el Tribunal de Cuentas⁶⁴, los retrasos se produjeron principalmente debido a problemas en los desarrollos tecnológicos y a la introducción de nuevas especificaciones, que modificaban los requisitos iniciales, una vez comenzada la producción de los sistemas.

Programa NH90

El origen del programa NH90 tiene su principio en un acuerdo del Consejo de Ministros alcanzado el 20 de mayo de 2005⁶⁵, en el que se aprueba una primera fase que supone la adquisición de 45 helicópteros. Este programa tiene un marcado interés estratégico, como señaló el Ejecutivo, por su componente técnico e industrial y por el soporte proporcionado al tejido industrial nacional.

Más concretamente en la factoría que la compañía Airbus Defence and Space tiene en Albacete, se proyectó la fabricación y equipado del fuselaje frontal y central del helicóptero, además

⁶⁴ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 124.

⁶⁵ Referencia del Consejo de Ministros, viernes 20 de mayo de 2005. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2005/c2005050.aspx>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

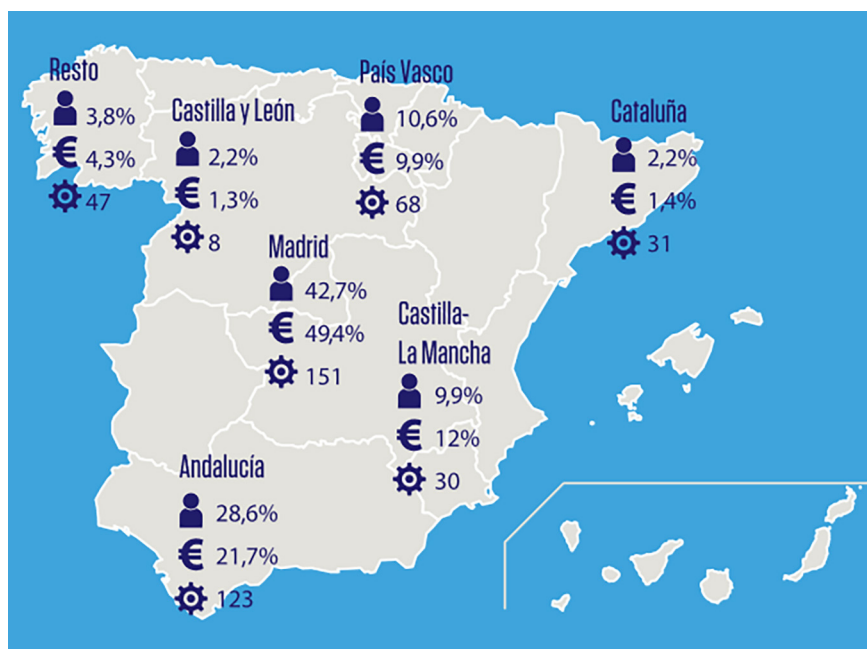


Figura 10. Facturación y generación de empleo por regiones sector aeronáutico. Fuente y elaboración: Guía estratégica TEDAE 2015-2017⁶⁷

del denominado *mating*, es decir, el ensamblaje de las secciones frontales, centrales y traseras del fuselaje del NH90⁶⁶.

Es notable la influencia que el sector aeronáutico tiene en la región, principalmente localizado en Albacete, donde se alcanza el 9,9 % del empleo generado por el sector a nivel nacional⁶⁸, motivo por el cual el Gobierno impulsó la instalación de la cadena productiva de los elementos mencionados en esta región.

Además, la puesta en marcha del programa y la elección de este modelo estuvo motivada por distintas circunstancias:

⁶⁶ VV.AA. «CCOO industria reclama a las administraciones y a AIRBUS los compromisos en materia de empleo y carga de trabajo». *industria.ccoo.es*. 3 de octubre de 2018. Disponible en http://www.industria.ccoo.es/noticia:331256--CCOO_industria_reclama_a_las_administraciones_y_a_AIRBUS_los_compromisos_en_materia_de_empleo_y_carga_de_trabajo. Fecha de la consulta 28/04/2019.

⁶⁷ TEDAE. «Anexo 1. Estructura industrial. Retos del sector aeronáutico en España. Guía estratégica 2015-2025». Madrid: 2015, p. 46. Disponible en <http://www.industria.ccoo.es/cms/cli/000060/o/4b/4b901a055a26c8016b13935396ae6b03000060.pdf>. Fecha de la consulta 28/04/2019.

⁶⁸ *Ibíd.*, p. 46.

- La obsolescencia de las unidades en servicio en los Ejércitos y la Armada.
- La búsqueda de la comunalidad de sistemas y la simplificación de las cadenas logísticas.
- El apoyo al desarrollo del tejido industrial nacional, particularmente en el sector aeronáutico.

El programa NH90 estaba compuesto por siete proyectos que satisfacían las necesidades establecidas en el REM. Estos siete proyectos se desglosaban en proyectos basados en la adquisición de las aeronaves, el apoyo logístico, el desarrollo de un centro de simulación, un banco de diagnóstico, una estación terrestre de planeamiento de misión y una participación industrial de las empresas nacionales⁶⁹ en el desarrollo y producción de partes y elementos de los helicópteros.

Unos meses antes de la autorización del contrato realizada por acuerdo del Consejo de Ministros⁷⁰, el JEMAD remitió un escrito en relación con los REM del «Helicóptero multipropósito de las FAS» en el cual se indicaba que «...los Ejércitos y la Armada coinciden en su preocupación con la existencia de un expediente que incluya únicamente la adquisición de los helicópteros. Es imprescindible que el contrato abarque todo lo relativo a infraestructura, equipos de apoyo en tierra, simuladores, formación, repuestos...»⁷¹.

De esta forma, la principal autoridad del planeamiento de la defensa, el JEMAD, mostraba su disconformidad con la forma en la que, desde el inicio, se había planteado la adquisición de estos helicópteros.

Así pues, el contrato sufrió dos modificaciones: la primera, aunque prevista, se centraba en la selección del motor del helicóptero; la segunda era una replanificación del programa atendiendo a lo solicitado en el escrito del JEMAD relacionado en el apartado anterior.

⁶⁹ En este caso se contrató a Eurocopter España (ECE), en la actualidad Airbus Helicopter España (AHE).

⁷⁰ Acuerdo del Consejo de Ministros alcanzado el 22 de diciembre de 2006 por el que se autoriza al MINETUR a adquirir compromisos de gasto con ECE, para el desarrollo del Programa de helicópteros NH-90. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2006/refc20061222.aspx>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

⁷¹ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 136.

Es importante señalar que la previsión de una modificación no exime la aparición de problemas *a posteriori*. Además, es cuestionable, desde el punto de vista del diseño, el hecho de que la decisión técnica sobre el motor que se iba a incorporar a las unidades estuviese en discusión una vez cerrado el contrato. Si atendemos a la técnica contractual sería correcto, pero desde la óptica de ingeniería podemos inferir que el diseño final parecía estar todavía en discusión.

La segunda modificación fue aprobada por Consejo de Ministros siete⁷² años más tarde de la puesta en marcha del programa. En este caso la modificación no atendía a criterios técnicos; sin embargo, suponía una reprogramación de lo inicialmente establecido, tanto en el alcance de las unidades que se adquirían, que fueron reducidas de las 45 iniciales a 22 –con la distribución que se indica en la figura 11–, como del alcance del ALI y diversos sistemas de apoyo para la operación del helicóptero (como el banco de diagnóstico o la estación terrestre de planeamiento de misión), según lo solicitado por los Ejércitos y la Armada.

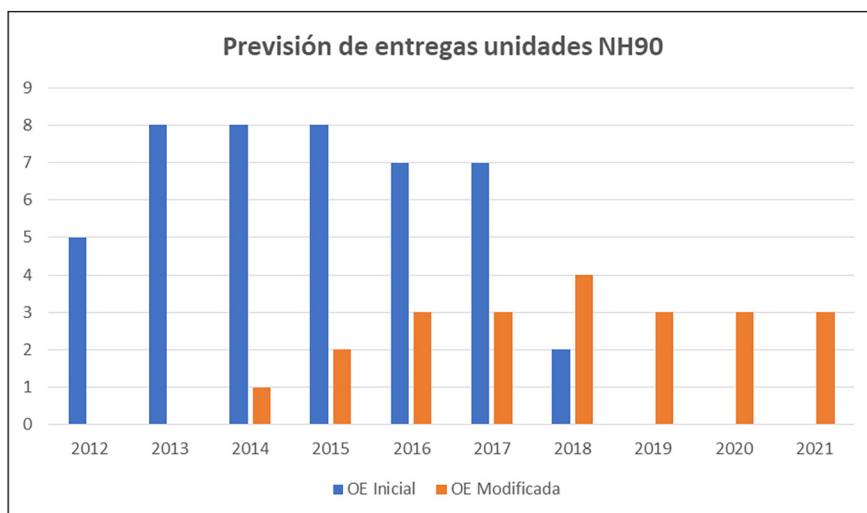


Figura 11. Distribución entregas NH90. Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia

⁷² Acuerdo del Consejo de Ministros alcanzado el 2 de agosto de 2013 por el que se autoriza al MINISDEF a adquirir compromisos de gasto con cargo a ejercicios futuros para atender a reprogramaciones, ajustes de anualidades y nuevos proyectos correspondientes a programas especiales de modernización. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2013/refc20130802.aspx#DefensaFuturos>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

Programa EF2000

El programa nace a principios de la década de los setenta iniciándose con la redacción, por el Estado Mayor de la Royal Air Force, de unos requisitos (los Air Staff Target - 403)⁷³ para el desarrollo de un avión de combate con capacidad de despegue y aterrizaje vertical⁷⁴. Así, en 1983 Reino Unido, Alemania, Francia, Italia y España establecieron el Programa *European Fighter Aircraft*.

El funcionamiento del programa se basaba en su «regla de oro» o «principio de justo retorno» cuyo factor principal era la cantidad de aviones comprometido por cada país (*aircraft offtake*) y con la participación exclusiva de industrias de las nacionalidades que formaban parte del programa⁷⁵.

El programa EF2000 es un programa de colaboración europea en el entorno OTAN, cuya gestión se encuentra asistida por dos organizaciones internacionales:

- NATO European Fighter Aircraft Development, Production and Logistics Management Organisation (NEFMO), como órgano administrador que coordina y compatibiliza los requisitos exigidos a las aeronaves por cada país para aglutinarlos en una propuesta común⁷⁶.
- NATO Eurofighter and Tornado Management Agency (NETMA), agencia encargada del diseño y desarrollo, compra y apoyo para la entrada en servicio de las unidades⁷⁷.

Inicialmente, el compromiso de los países participantes del consorcio fue de 620 aeronaves, reduciéndose⁷⁸ definitivamente a 496 aviones. La participación de España con un pedido final de 73 unidades⁷⁹ es de un 14,7 %, por lo que en aplicación del «principio del justo retorno» recibe ese porcentaje, más el 100 % de los productos tecnológicos desarrollados y elaborados dentro del marco del programa.

⁷³ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 44.

⁷⁴ STOVL por sus siglas en inglés.

⁷⁵ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 45.

⁷⁶ VV.AA. «El Ejército del Aire fortalece el músculo». *Gacetaaeronautica.com*. 26 de enero de 2017. Disponible en https://www.gacetaaeronautica.com/gaceta/wp-101/?p=20530#_ftn1_9955. Fecha de la consulta 28/04/2019.

⁷⁷ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 45.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 45.

⁷⁹ Inicialmente se solicitaron 87 unidades y posteriormente se redujeron a 73. La entrega del primer caza EF2000 para España se realizó en el año 2003

Dentro del aspecto técnico el programa se estructuraba en dos fases: producción y puesta en servicio.

En la fase de producción se realizaban todos los trabajos necesarios a nivel industria para la fabricación de los sistemas de armas. Esta fase se subdivide en otras cuatro sub-fases asociadas a los hitos de entrega de las unidades. La fase de puesta en servicio se centraba en iniciar los trabajos del ALI y la asistencia inicial a las unidades que recibían las aeronaves⁸⁰.

Los requisitos recogidos en los Air Staff Target – 403, que se redactaron en los setenta, han servido de base para el desarrollo de aviones de combate cuyas últimas unidades están todavía, en 2019, pendientes de actualización y entrega. Esto nos da una idea de la duración de un programa de este tipo. Dicha longevidad los obliga a evolucionar continuamente, a la vez que dichas mejoras se van incorporando sucesivamente al proceso de producción en sus distintas fases.

En este sentido se producen avances tecnológicos muy rápidos que fomentados por las nuevas herramientas informáticas proporcionan una gran celeridad en la innovación⁸¹.

Así pues, supone un gran reto a programas tan tecnológicos como el EF2000 puesto que esta velocidad de cambio sumada a los avances industriales desafía los procesos de adquisición de material comprometiendo la decisión final del producto a obtener⁸².

Esto nos lleva a una obsolescencia en los equipos que no se puede identificar como una obsolescencia programada, pero sí evolutiva y que es necesario incorporar a los programas para que su periodo operativo se optimice lo máximo posible extendiendo su vida útil con un nivel tecnológico que suponga una ventaja operativa⁸³, lo que supone la implementación de las denominadas *tranches* a lo largo de la vida del programa por la necesaria actualización de la aeronave.

⁸⁰ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 46.

⁸¹ DE CARLOS IZQUIERDO, J. «Horizonte 2035. OTAN, Unión Europea y España». *Boletín IEEE*. Madrid: CESEDEN, 2018, p. 9.

⁸² *Ibíd.*, p. 9.

⁸³ JEMAD. «El Concepto de Empleo de las Fuerzas Armadas. Ministerio de Defensa, Secretaría del Jefe del Estado Mayor de las Fuerzas Armadas». Madrid: 2017, p. 27. Disponible en <http://www.emad.mde.es/Galerias/home/files/170306-cefas-DEFINITIVO.pdf>. Fecha de la consulta 28/03/2019.

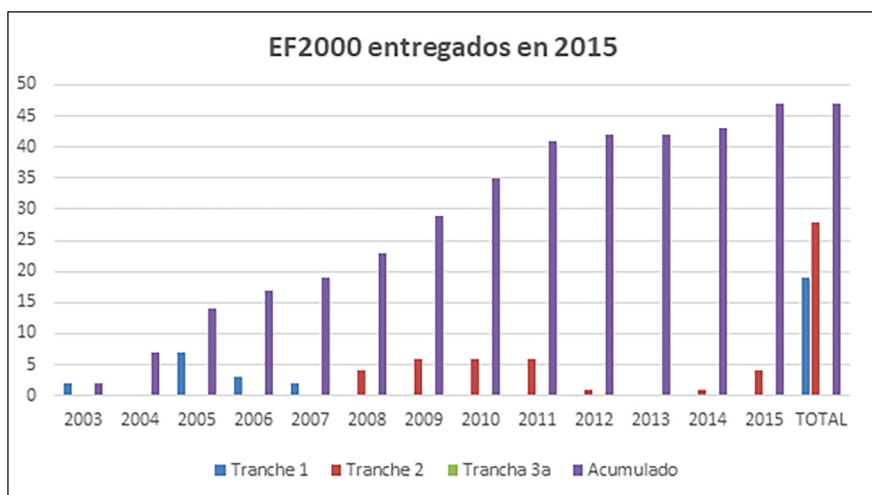


Figura 12. Distribución entregas EF2000. Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia

El programa EF2000 es un programa de una gran envergadura que se ajusta perfectamente a las características de los PEA, definidas en apartados anteriores. El principal factor que ha influido negativamente en su desarrollo ha sido la crisis económica y los ajustes que las naciones participantes realizaron en sus pedidos iniciales; así, el número de aeronaves comprometidas que descendió en 124 unidades.

Actualmente el principal reto al que se enfrenta el EF2000 es la mitigación de la obsolescencia⁸⁴ mediante la necesidad de actualización de las primeras unidades entregadas a las distintas actualizaciones o *tranches* aprobadas por el programa.

Programa A400M

El programa tiene su origen en 1984, y el proyecto se denominó inicialmente como *Future Large Aircraft* (FLA)⁸⁵. A principios de 1986 Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, España⁸⁶, Portugal,

⁸⁴ VV.AA. «El CLAEX completa la modificación de los eurofighter españoles». *defensa.com*. 25 de febrero de 2017. Disponible en <https://www.defensa.com/espana/claex-completa-modificacion-eurofighter-espanoles>. Fecha de la consulta 29/04/2019.

⁸⁵ Posteriormente se denominó *Airbus 400 Military*, A400M.

⁸⁶ España se incorporó a la OCCAR el 1 de diciembre de 2004 tras la firma del Instrumento de Adhesión de España al Convenio para la creación de una organización

Bélgica y Turquía refrendaron los Requisitos de Estado Mayor Europeo del FLA.

A diferencia del programa EF2000, los países que formaban el consorcio acordaron y firmaron, el 27 de mayo de 2003, que sería la Organización Conjunta de Cooperación en Materia de Armamento (OCCAR) la que se encargase de la gestión del programa A400M⁸⁷; hasta la fecha es el contrato de mayor importancia llevado a cabo por esta organización.

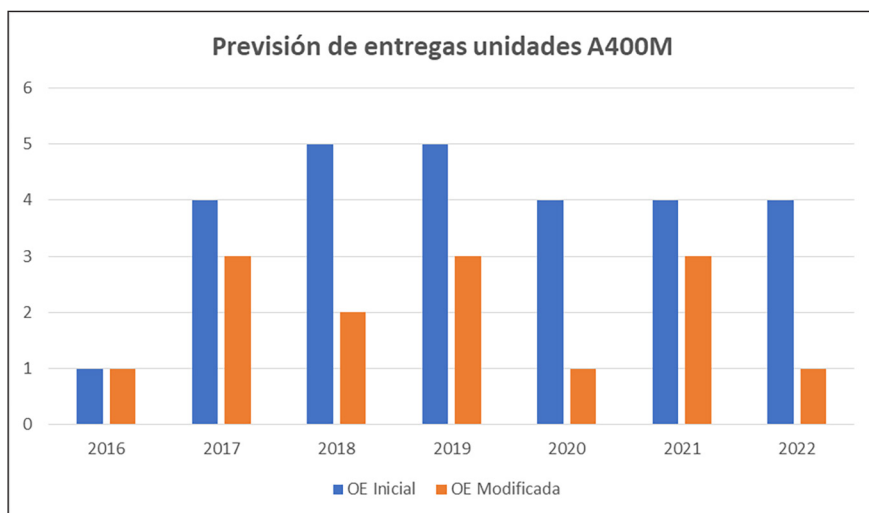


Figura 13. Distribución entregas A400M. Fuente: Tribunal de Cuentas. Elaboración propia

Este programa consiste en el desarrollo de un modelo de avión todo terreno, para el transporte táctico-estratégico, no solo de tropas sino también vehículos y pesados volúmenes de carga. Además, también pueden realizar repostajes a aeronaves de ala fija y rotatoria.

conjunta de cooperación en materia de armamento, realizado en Farnborough el 9 de septiembre de 1998. *BOE* núm. 27, de 1 de febrero de 2005. Madrid: pp. 3387-3397. Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2005/02/01/pdfs/A03387-03397.pdf>. Fecha de la consulta 30/03/2019.

⁸⁷ Acuerdo entre el Reino de España y la Organización Conjunta de Cooperación en Materia de Armamento (OCCAR) para el establecimiento de una Oficina Satélite del Programa A400M en territorio español, hecho en Madrid el 9 de julio de 2014. *BOE* núm. 188. Madrid: 2014, Sec. I, p. 62382. Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2014/08/04/pdfs/BOE-A-2014-8406.pdf>. Fecha de la consulta 28/04/2019.

El alcance del contrato consistía en la fabricación de 180 aeronaves en total, de las que 27 unidades (un 15 %) corresponderían a España, a lo que se le añade distintos paquetes de ALI con los correspondientes servicios de apoyo y puesta en funcionamiento de los sistemas (repuestos, bancos de prueba...), más adiestramiento⁸⁸.

El programa A400M parte de un planteamiento diferente con respecto a lo establecido tradicionalmente para los programas de adquisición de material militar. En este caso los clientes asumen un papel secundario en el desarrollo del proyecto. Esto proporciona una mayor libertad en la aproximación que el contratista realiza en la incorporación de los requisitos reflejados en las especificaciones de contrato. Esto no siempre tiene que ser visto como una ventaja directa, puesto que se puede entender que la industria se encuentra poco relacionada con el cliente final⁸⁹ (los Estados) y que es reacia a asumir los errores.

Además, dentro de este nuevo enfoque, existe una política de subcontrataciones más laxa, en la que la norma principal sigue siendo el «principio de justo retorno», por el cual el reparto de trabajo se mantiene de forma proporcional a la inversión que ha realizado cada país.

Programa TIGRE

El helicóptero de combate TIGRE es una aeronave multipropósito de última generación de diseño y construcción totalmente europeos.

Mediante el acuerdo⁹⁰ alcanzado en el Consejo de Ministros del 5 de septiembre de 2003, se inician las gestiones necesarias para la adquisición de 24 unidades (por lo que España participa con un 13,04 % del total del programa), tras la incorporación de Es-

⁸⁸ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 63.

⁸⁹ FERNÁNDEZ, M. «Una industria sin potencia de fuego». *El País*, 7 de junio. Madrid: 2015. Disponible en https://elpais.com/economia/2015/06/05/actualidad/1433504900_579626.html. Fecha de la consulta 02/04/2019.

⁹⁰ Acuerdo del Consejo de Ministros alcanzado el 5 de septiembre de 2003 por el que se autoriza al MINISDEF a iniciar las actuaciones necesarias para la adquisición de 24 helicópteros de combate, modelo TIGRE, su apoyo logístico integrado y la dotación inicial de munición. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2003/c0509030.aspx#Armamento>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

pañá al programa TIGRE, mediante la firma del *Memorandum of Understanding* (MoU).

El concepto de desarrollo de este helicóptero se basa en una aeronave que sirve de plataforma básica a la que se le implementan distintos sistemas o equipos que modifican su configuración dependiendo de la misión que vaya a realizar.

Existen diferentes configuraciones⁹¹:

- Helicóptero Tigre de soporte, para el desarrollo de misiones aire-tierra.
- Helicóptero Tigre de apoyo y protección, para el desarrollo de misiones aire-aire.
- Helicóptero Tigre de apoyo y destrucción, para el desarrollo de misiones aire-aire y aire-tierra.

Así se fijan los siguientes requisitos operativos⁹²:

- Plataforma compartida.
- Cuatro subsistemas de armas.
- Adecuado radio de acción.
- Capacidad de transporte de armamento.
- Adquisición y gestión de objetivos terrestres.
- Capacidad de operación todo tiempo.
- Incorporación de medidas de baja detectabilidad.

Aunque la participación española en el programa se retrasó hasta el año 2003, el programa TIGRE inició los estudios preliminares y las primeras fases del proyecto en 1990. En estos treinta años de existencia del programa ha sido necesario establecer hasta 33 distintos calendarios⁹³ de desarrollo y producción, debido a diferentes causas.

Estas causas estaban motivadas por retrasos en los estudios necesarios para el desarrollo de ingeniería del helicóptero, retrasos en la fabricación de equipos (falta de materiales de producción, certificación del personal, incorporación de nuevas necesidades operativas, etc.) y retrasos debido a la compatibilización de los intereses de los países a nivel programa.

Dichos retrasos acumulados llevaron al programa a rediseñar el calendario de entregas, según se puede observar en la figura 9,

⁹¹ «Informe Tribunal de Cuentas 1.155». *Op. cit.*, p. 75.

⁹² *Ibíd.*, pp. 75-76.

⁹³ *Ibíd.*, p. 76.

donde las últimas entregas del modelo HADE están previstas para el año 2019⁹⁴, cuatro años más tarde de lo inicialmente previsto.

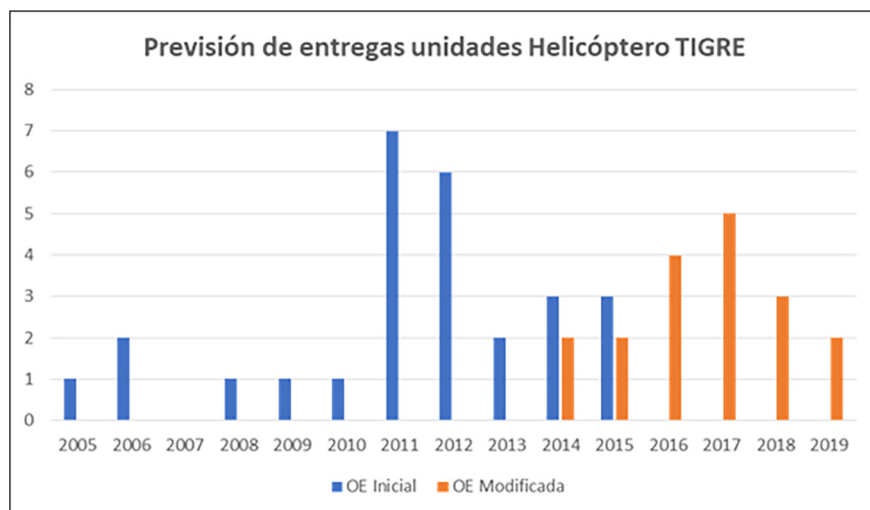


Figura 14. Distribución entregas HC TIGRE. Fuente: MINISDEF y Tribunal de Cuentas. Elaboración propia

⁹⁴ MINISDEF. «Información pública helicóptero de combate Tigre». Madrid: 2018. Disponible en <http://www.defensa.gob.es/Galerias/dgamdocs/programa-TIGRE.pdf>. Fecha de la consulta 30/03/2019.

«No entiendes realmente algo a menos
que seas capaz de explicarlo»

Albert Einstein

Efectos observados

Como se ha indicado en el apartado anterior, la casuística ocurrida en los distintos programas es muy variada.

En el programa BAM, la principal modificación con respecto a sus requisitos iniciales fue la incorporación de un sistema de ayuda para la toma orientado a un modelo de helicóptero, el NH90, del que actualmente, nueve años más tarde de la finalización del programa BAM, no se dispone de ninguna unidad navalizada, por lo que este sistema de ayuda para la toma continúa sin ser utilizado.

Así pues, si observamos el convenio MINISDEF-Navantia⁹⁵ y dentro de este, la figura de «modificaciones sobrevenidas» podemos inferir que dichas modificaciones están ligadas al coste en referencia con el total del programa, sin valorar si dichas modificaciones supondrán un retraso o si su integración con el resto de sistemas implica la generación de un riesgo en el programa.

La primera de las modificaciones en el programa Leopardo fue el cambio de la artillería principal. Con respecto al NH90, el principal obstáculo consistió en la no incorporación de un esquema de apoyo logístico para las unidades que se iban a empezar a recibir por los Ejércitos y la Armada.

En cuanto a los programas de gestión internacional, debido a la duración del programa EF2000, se necesitaron medidas de mitigación de obsolescencia.

La velocidad de los desarrollos tecnológicos se encuentra estrechamente ligados a la obsolescencia evolutiva, de tal forma que el factor que más afecta en este aspecto es la celeridad con la que se desarrolla el cambio.

⁹⁵ DEF201500527 - Acuerdo entre el Ministerio de Defensa y la Sociedad Mercantil Estatal Navantia SA por el que se modifica el convenio de colaboración de 6 de septiembre de 2001, prorrogado por acuerdo de 27 julio de 2011, así como las reglas complementarias del citado convenio.

Sirva como ejemplo la evolución tecnológica que se ha producido desde la misión del Apolo XI (1969) que contaba con la tecnología más sofisticada del momento⁹⁶ y, sin embargo, en la actualidad cualquier lápiz de memoria⁹⁷ tiene más potencia que las computadoras que llevaron al hombre a la luna.

Por otro lado, en el A400M se incorporaron requisitos demasiado ambiciosos que comprometían especificaciones técnicas, como aquellos inconvenientes para convertir a la aeronave en avión cisterna en contraposición a sus características como avión de carga.

Finalmente, las principales trabas del helicóptero TIGRE surgieron en fábrica como resultado de la materialización de los requisitos, cuyo reto más demandante fue la incorporación de unos motores más potentes, capaces de trasladar un helicóptero con mayor grado de blindaje y de equipamiento⁹⁸.

Así, si observamos conjuntamente todos los programas objeto de estudio presentan similar casuística: por un lado, la generación de sobrecostes que van desde los 157 M€ del programa BAM hasta los 1.413 M€ del programa EF2000⁹⁹; y, por otro, la replanificación de los calendarios de suministro con retrasos en la entrega de unidades desde los 36 meses, como ocurre en el NH 90, a los 78 meses acumulados en el programa BAM.

En este sentido, también aparece un efecto derivado de la generación de sobrecostes que es la renegociación de las unidades solicitadas inicialmente, como ha ocurrido en los programas EF2000, A400M y NH90; dicha renegociación, para todos los casos citados, ha supuesto una disminución del número de unidades. Una excepción a este patrón ha sido el encargo de dos unidades más de buques de acción marítima mediante la firma de una nueva orden de ejecución en 2014.

⁹⁶ El *Apollo Guidance Computer* era capaz de procesar 2.048 palabras, capacidad muy por debajo de cualquier dispositivo móvil en la actualidad.

⁹⁷ ROMÁN-GONZÁLEZ, A. y VARGAS. Cuentas N.I. «Tecnología aeroespacial en el mundo». *ELECTRO I+D*. París: 2012, pp. 48-52. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00742198v2>. Fecha de la consulta 19/02/2019.

⁹⁸ VIDAL, J. «Tras invertir 3.200 millones, Defensa tiene que recurrir a helicópteros de ocasión». *merca2.es*. 5 de diciembre 2017. Disponible en <https://www.merca2.es/millones-fuerzas-armadas-helicopteros/>. Fecha de la consulta 02/04/2019.

⁹⁹ DÍAZ, E. y SEMPRÚN, A. «Los principales programas de armamento suman sobrecostes 3.300 M€». *Op. cit.*

Resultado del análisis

A la vista de lo relacionado anteriormente es necesario señalar que la aceptación de un sistema supone la superación de determinadas pruebas objetivas las cuales están ligadas a la realización de funcionalidades asociadas al cumplimiento de requisitos técnicos. Por tanto, varios actores/organismos (con diferentes responsabilidades) han de trabajar de forma cooperativa.

Se hace necesario el establecimiento de requisitos razonables, que deben ser factibles y poder llevarse a cabo en un periodo de tiempo determinado y ceñirse a un presupuesto, y de esta manera se conseguirán satisfacer las necesidades operativas detectadas por los usuarios.

En el momento en el que operadores, ingenieros y expertos logísticos generan una sinergia es cuando se producen estos órganos de trabajo (que no pueden ser regulados).

Los Ejércitos y la Armada no deben tratar de imponer una solución determinada. Esta debe ser estudiada en un momento posterior por el JEMAD a través del DDV y así satisfacer la necesidad detectada. No obstante, sería conveniente abogar por diseños que proporcionan cierta flexibilidad en el proceso de adquisición.

En el caso de que una autoridad sancione un REM, se deben visualizar previamente los desarrollos que ofrece la industria, en el caso de que no se pueda obtener una solución que satisfaga lo establecido en el REM, el proceso debería permitir una rebaja de requisitos previa aprobación de la autoridad y tras un análisis de riesgos, para continuar con una nueva propuesta.

No obstante, esta casuística en fases tan tempranas del proceso es significativa de que la necesidad que se plantea puede suponer un importante reto tecnológico y que los riesgos que se detecten a nivel renegociación del REM se trasladarán posteriormente a lo largo del proceso, puesto que la identificación de los riesgos es solo una etapa.

Es necesario un gran potencial de adaptación debido a la evolución de las capacidades, de la financiación y de la propia organización. En el aspecto tecnológico la mitigación de la obsolescencia evolutiva es el más demandante en programas de larga duración. Por tanto, se debe mantener un ritmo adecuado de I+D+i, y por ello las organizaciones de Defensa tienen como reto adaptar es-

tas herramientas al ritmo de los desarrollos y no al que marquen las distintas administraciones.

Finalmente, no se aprecia como ventajoso en la obtención de los recursos materiales el traslado de la gestión de programas a organismos internacionales, ya que en dichos organismos internacionales se observan los mismos mecanismos de gestión de requisitos. Sin embargo, y como contraprestación, las agencias internacionales que gestionan programas reducen los riesgos y los costes inasumibles del lanzamiento de programas por un solo *stakeholder*.

Análisis del proceso de obtención

Si atendemos a lo indicado por el asesor del secretario de Defensa de los Estados Unidos Frank Kendall, uno de los principios que debemos asumir para conseguir que la obtención de cualquier programa sea satisfactoria es el establecimiento y definición de unos requisitos razonables, lo que no implica necesariamente que sea fácil de llevar a cabo¹⁰⁰.

Al igual que ocurre en los escenarios de las operaciones, la adquisición de programas de defensa se puede establecer en distintos espacios constituidos en capas.

En la capa más básica (capa 1) se encontrarían las empresas y el componente humano que ha de llevar a cabo la producción de las unidades, es decir, en esta capa situamos la industria y los proveedores.

La siguiente capa (capa 2) está compuesta por el personal que supervisa a las empresas y para los que la implementación de los requisitos en las unidades y/o sistemas que se pretendan adquirir supone su objetivo. En este nivel podemos situar la Subdirección General de Gestión de Programas (SDGESPRO) de la DGAM.

A continuación, podemos identificar una tercera capa (capa 3) de supervisión en la que se encuentran los cuarteles generales y los estados mayores que inicialmente identifican la necesidad y participan en el proceso de planificación y posteriormente supervisan el proceso de obtención.

¹⁰⁰ KENDALL, F. «Perspectives on developmental test and evaluation». *Getting defense acquisition right. Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics*. United States, Washington: 2017, pp. 32-38.

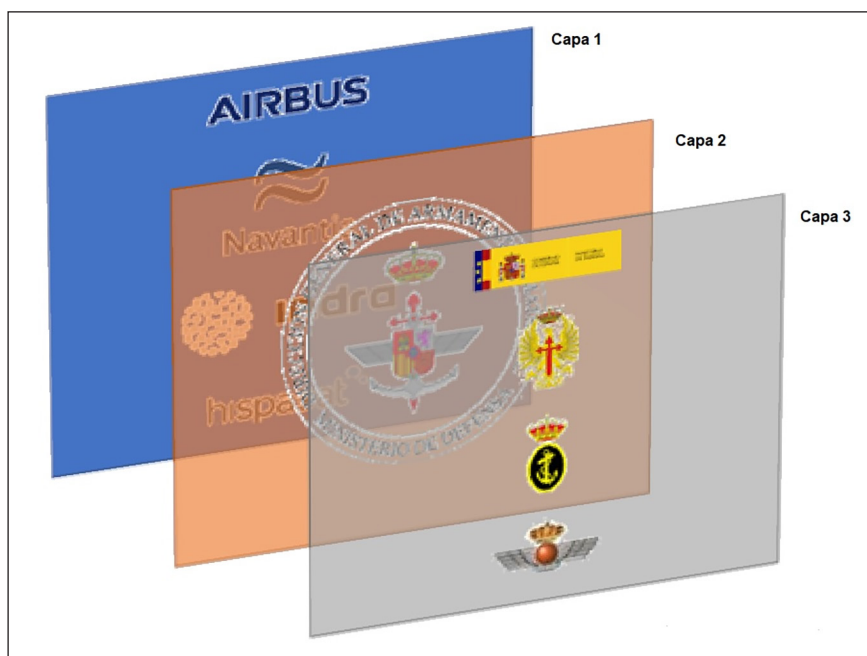


Figura 15. Topología del proceso de obtención. Fuente y elaboración propia

Para conseguir el objetivo de mejorar el proceso de obtención, es necesario actuar sobre las dos primeras capas. Así es, pues los actores involucrados en las capas primera y segunda son los encargados de llevar a cabo la fase de ejecución y la fase de definición y decisión, respectivamente.

El proceso de obtención es flexible a la hora de acelerar¹⁰¹ o atemperar la velocidad, en tanto en cuanto los documentos obtenidos como resultado en las distintas etapas y/o fases nos conducen al inicio de la siguiente de forma continuada y la duración de las fases no está fijada.

En la mayoría de los casos los REM, una vez confeccionados, esperan la oportunidad económica y/o política para, como hemos indicado, acelerar el proceso y lanzar los programas. Así, en el Consejo de Ministros del pasado 29 de marzo¹⁰² se aprobó un

¹⁰¹ En el caso de que una necesidad se tenga que satisfacer de forma inmediata porque sea «sobrevenida», el art. 11 de la OM 60/2015 establece un mecanismo específico y diferenciado.

¹⁰² Referencia del Consejo de Ministros, viernes 29 de marzo de 2019. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2019/refc20190329.aspx#FRAGATAS>. Fecha de la consulta 20/04/2019.

acuerdo para la firma de la orden de ejecución para la elaboración de las fragatas F-110.

Como anticipamos en la capa 3, las necesidades son detectadas y pasan al listado previo al OCM. Todas estas necesidades deben contar con un DNO¹⁰³ para pasar a la siguiente fase y finalmente elaborar un documento de REM.

Actualmente, la fase de definición del ciclo de planeamiento para el periodo 2019-2024, no ha finalizado. Esto se debe a una cuestión trascendente fijada en el art. 6.10 de la OM 60/2015, por el cual la aprobación del OCM por el ministro de Defensa entre otros documentos sirve para la elaboración de un anteproyecto de presupuestos¹⁰⁴ del año que inicia la fase de ejecución del planeamiento de la defensa.

Por consiguiente, el proceso de planeamiento de la defensa inicia los trámites y cuando en el proceso de obtención de recursos materiales ya se ha elaborado previamente el DNO o unos REM/DDR, se puede proceder a incluir el programa en la programación de recursos materiales y financieros que se encuentran relacionados según se muestra en la figura a continuación.

En este sentido lo ocurrido, presupuestariamente hablando, en los ejercicios 2017, 2018 y 2019 en el que se ha producido la prórroga automática de los Presupuestos Generales del Estado (PGE)¹⁰⁵ genera incertidumbre en el planeamiento, puesto que excepto para los PEA, la presupuestación es anual.

Esta situación provoca que los requisitos planteados no se ajusten a las necesidades, si no se tiene claro el horizonte temporal de ejecución. Y que la ejecución de la planificación no pueda llevarse a cabo de una forma efectiva.

Finalmente, hemos de destacar una cierta rigidez en el proceso de obtención, puesto que, una vez establecidos unos requisitos mediante el REM, y que este haya sido sancionado por la autoridad correspondiente, se selecciona la opción tecnológica que aportaría la solución entre las distintas establecidas en el

¹⁰³ En la elaboración del DNO se buscan determinadas soluciones y se seleccionan las más viables, para lo cual es necesario estudiar esta capacidad y enfrentarla a un análisis MIRADO-I, teniendo también un aspecto muy importante como es el ciclo de vida.

¹⁰⁴ Aprobación por el Pleno de las enmiendas a la totalidad al Proyecto de Ley de PGE para el año 2019. *Boletín Oficial de las Cortes Generales*. Congreso de los Diputados. Serie A-Proyectos de Ley. Núm. 38-5. Madrid: 15 de febrero de 2019, p. 1.

¹⁰⁵ En aplicación de la previsión contenida en el art. 134.4 de la Constitución española.

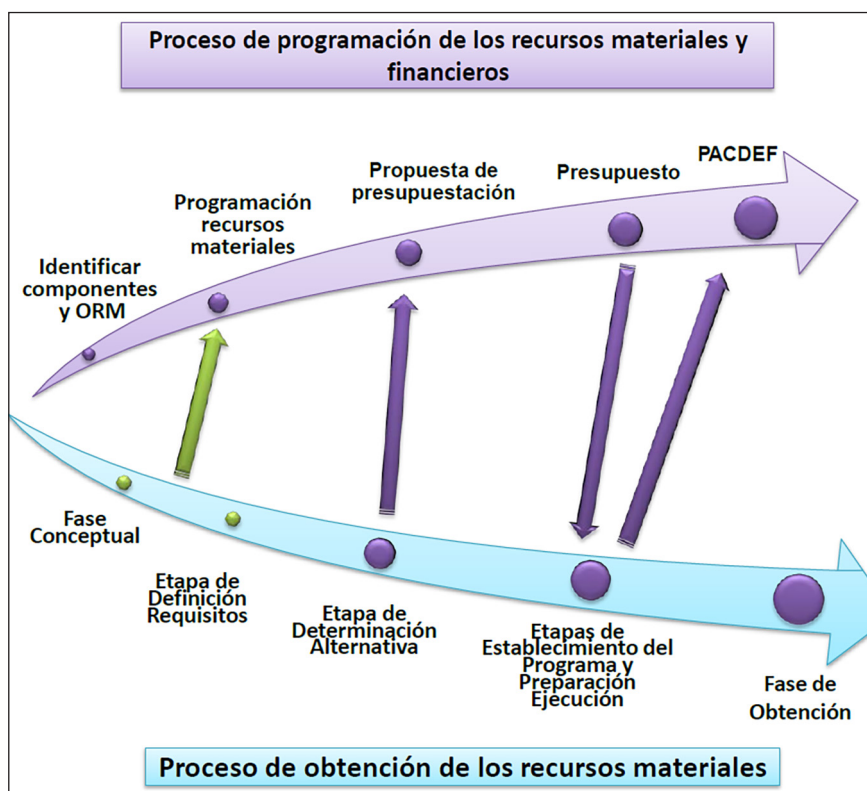


Figura 16. Relación entre los procesos de programación y obtención.
Fuente y elaboración DGAM

DDV. Sin embargo, a pesar de la duración de los programas o de la aparición de modificaciones, no existe una evolución de los requisitos.

El proceso avanza en fases y etapas sin que se realice un contraste entre la materialización de los requisitos, que únicamente están controlados por el contratista¹⁰⁶.

Dificultades en la materialización de requisitos

Cualquier programa es susceptible de sufrir dificultades o contratiempos y mucho más si estamos tratando de PEA que implican el desarrollo de proyectos industriales donde la innovación y la

¹⁰⁶ Aptdo. 7. «Instrucción 67/2011». *Op. cit.*, p. 25198.

transferencia tecnológica a otros sectores de la sociedad son sus principales valores¹⁰⁷.

Sin embargo, centrándonos en los programas que se han señalado en los apartados anteriores se pueden observar diferentes disfuncionalidades.

Dentro del programa BAM se detectó la existencia de desviaciones por exceso de desplazamiento, defecto de velocidad, autonomía y estabilidad¹⁰⁸.

El carro Leopard sufrió ciertos inconvenientes de planteamiento inicial¹⁰⁹ del programa, como la redefinición de la artillería principal y la instalación de una UPA para la cual la industria no tenía solución técnica viable. Además, si tenemos en cuenta la interoperabilidad, se plantean las limitaciones de transporte¹¹⁰ de las unidades de Leopard a bordo del A400M por exceso de tonelaje.

Con respecto a los helicópteros NH90, podemos destacar las dificultades que el programa ha encontrado a la hora de obtener una unidad que se adapte al ámbito naval¹¹¹ (modelo MSPT STD 3, versión táctica naval), cuya principal característica, entre otras, es el plegado de las palas a bordo de los buques. Así pues, la interoperabilidad es uno de los requisitos más demandantes a la hora de materializar.

El avión de transporte A400M se diseñó con el requerimiento de aunar las funciones de transporte estratégico y táctico en una misma plataforma¹¹², además de establecer requisitos contrapuestos como una gran capacidad de carga que exige unos motores que desarrollen mucha potencia, pero con una gran autonomía (lo que requiere una optimización del consumo de com-

¹⁰⁷ DGAM. *La industria de defensa en España. Informe 2016*. Op. cit., 2016, p. 9.

¹⁰⁸ Escrito del almirante jefe de Apoyo Logístico al almirante general jefe de Estado Mayor de la Armada, de 3 de octubre de 2011.

¹⁰⁹ «Tribunal de Cuentas 1.155». Op. cit., pp. 114-115.

¹¹⁰ CERVERA P. «A400M, la interminable lista de problemas técnicos de un gigante herido». *elConfidencial.com*. Madrid: 2016. Disponible en https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-07-12/a400m-tecnologia-militar-aviacion_1230398/. Fecha de la consulta 03/04/2019.

¹¹¹ VV. AA. «El Gobierno central compra 23 helicópteros NH-90 para las Fuerzas Armadas». *Cadenaser.com*. Albacete: 2018. Disponible en https://cadenaser.com/emisora/2018/11/16/radio_albacete/1542383126_608405.html. Fecha de la consulta 03/04/2019.

¹¹² CERVERA, P. «A400M, la interminable lista de problemas técnicos de un gigante herido». Op. cit., 2016.

bustible). Asimismo, se detectaron problemas de sobrepeso que fueron solventados.

No obstante, este tipo de programas militares complejos, cuya duración es prolongada, están sujetos a adaptaciones y establecimiento de nuevos requisitos, lo que en todos los casos supone un reto de integración y adaptabilidad para la industria.

Validación y verificación de los requisitos

Por otro lado, la validación y verificación de requisitos es indiferente al modelo de organización de la Oficina de Programa, o si su gestión es nacional o internacional. Sin embargo, es crucial el desarrollo de pruebas y ensayos para obtener la información necesaria para que el jefe de Programa pueda conocer si el diseño cumple con los requisitos establecidos.

Por lo tanto, el primer debate que el contratista debe mantener con la autoridad que ha establecido los requisitos –el cliente– es cómo interpretarlos y cómo evidenciar su cumplimiento (Kendall, 2017).

En la figura 17 se muestra una secuencia de trabajo tipo utilizada para la gestión de requisitos.

La comprobación de los requisitos se puede realizar con diferentes métodos como: el análisis, la certificación, la demostración, elaboración de demostradores tecnológicos, inspección y pruebas, entre otros.

Así, independientemente del método de validación de requisitos, los datos obtenidos en estas pruebas son volcados en matrices (las más importantes son la matriz de trazabilidad del diseño y la matriz de V&V del producto) que establecen la trazabilidad con las especificaciones del sistema. Estas matrices en la actualidad son gestionadas mediante aplicaciones informáticas específicas, como IBM *Rational DOORS*¹¹³.

Cabe señalar que la validación y verificación de requisitos es una función de apoyo no solo al programa sino también a los futuros usuarios y a las autoridades que detectaron la necesidad.

¹¹³ Esta aplicación informática es la utilizada para la gestión de requisitos en los astilleros de la empresa Navantia. Detalles técnicos de *Rational DOORS* disponibles en <https://www.ibm.com/es-es/marketplace/requirements-management/details>. Fecha de la consulta 06/04/2019.

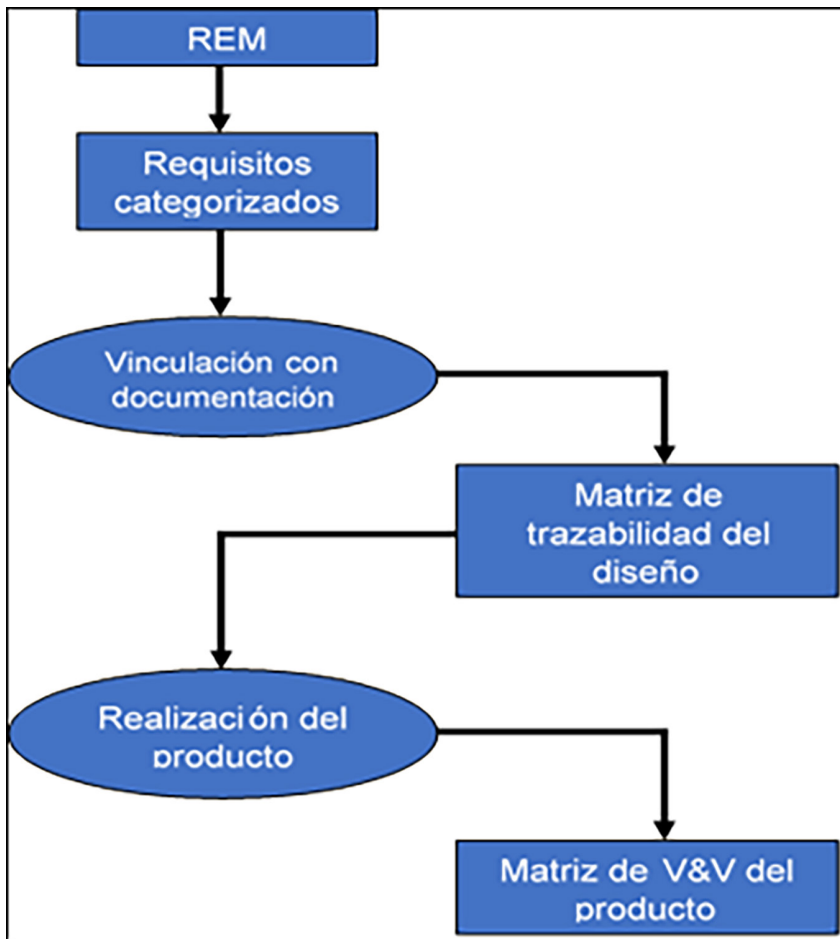


Figura 17. Secuencia de trabajo tipo para la gestión de requisitos. Fuente y elaboración propia

Para que esta función de apoyo tenga un resultado óptimo, los procesos V&V deben estar diseñados para la obtención de datos contrastables. No obstante, la realización de estas pruebas debe ir encaminada a la ejecución de ensayos no destructivos (END), puesto que es necesario mantener un equilibrio entre la información obtenida¹¹⁴ y no ocasionar daños al producto, además de los sobrecostes en los que se podría incurrir¹¹⁵.

¹¹⁴ Se debe evitar el abuso de las certificaciones documentales que sobre sus productos realizan los fabricantes.

¹¹⁵ KENDALL, F. «Real acquisition reform (or improvement) must come from within». *Getting defense acquisition right. Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics*. United States, Washington: 2017, pp. 82-88.

Así pues, es prioritario que se establezca por parte del programa confianza en la estabilidad del diseño, en la fase más temprana que sea posible. Por lo que es necesario la colaboración de las áreas de gestión de la OP con las de ingeniería y de producción del contratista.

De esta manera, el desarrollo de prototipos¹¹⁶ (y/o demostradores tecnológicos) que permitan comprobar la implementación de los requisitos, aunque implique realizar una fuerte inversión inicial, supone un ahorro de costes *a posteriori* además de una reducción de riesgos del programa y una potente herramienta para la validación del diseño. Puesto que proporcionan información relevante en las primeras fases del proceso de producción además de asegurar en el largo plazo el cumplimiento de lo establecido en el contrato.

Un ejemplo reciente de la aplicación de estos procedimientos en desarrollos complejos ha sido la puesta en marcha en 2015 de los programas tecnológicos¹¹⁷ asociados al programa F-110. Estos programas tecnológicos están relacionados con los desarrollos del mástil integrado y del sistema de combate del buque, entre otros.

Por otro lado, en apartados anteriores hemos introducido la flexibilidad de la que dispone el proceso en cuanto a su celeridad en la ejecución de las fases y etapas del proceso de obtención. No obstante, esta variación de la velocidad es especialmente útil en la fase de ejecución, puesto que permite reducir los niveles de producción en el supuesto de que sea necesario hacer un rediseño de algún sistema para cumplimentar los requisitos establecidos.

El proceso de V&V generalmente se apoya en varias etapas, pero la realización de una sobre-programación de pruebas es contraproducente. Es por tanto recomendable la realización por parte del contratista de *dry-run test* previos, cuya superación evite un calendario de pruebas excesivo.

Finalmente, para confirmar que el contratista ha alcanzado los requisitos establecidos, es necesario establecer un enlace entre los procesos V&V y los requisitos, y estos a su vez con las capacidades operativas que se pretenden demostrar.

¹¹⁶ Si no es posible sobre todo el producto al menos a nivel subsistema.

¹¹⁷ El Consejo de Ministros, del 11/12/2015, autorizó al MINETUR la realización de un convenio entre Navantia e Indra Sistemas, que financiaba el lanzamiento de los programas tecnológicos de desarrollo e integración, a nivel sistema, de los sensores del mástil y del sistema de combate Scomba de las Fragatas F-110. Disponible en <http://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2015/refc20151211.aspx#fragatas>. Fecha de la consulta 07/04/2019.

«Cuanto más grande es la dificultad
más gloria hay en superarla»

Epicuro

Conclusiones

A lo largo de los apartados anteriores hemos aportado datos sobre la casuística ocurrida en los seis principales PEA desarrollados por el MDEF en los últimos años. De esta forma, se ha procedido a realizar un análisis de dichos programas para centrarnos en la descripción de la problemática ocasionada en términos de tiempo y sobrecoste. Posteriormente se han señalado los principales requisitos que han originado estas situaciones y se ha establecido la relación entre dichos elementos, en un proceso que como hemos visto tiene lugar de forma secuencial siguiendo unos pasos establecidos para todos los programas que han sido presentados.

Asimismo, en este caso hemos mostrado la secuencialidad del proceso paso a paso y su reflejo en los programas objeto de esta exposición.

A continuación, y tras la argumentación realizada de la casuística ocurrida en los programas buque de acción marítima, carro de combate Leopardo, helicóptero NH90, avión de combate EF2000, avión de transporte A400M y helicóptero TIGER podemos concluir que:

En primer lugar, la aceptación de un sistema supone la superación de determinadas pruebas objetivas que implican la realización de funcionalidades ligadas al cumplimiento de requisitos técnicos, para lo cual varios actores/organismos (con diferentes responsabilidades) han de trabajar de forma coordinada.

Además, para conseguir satisfacer las necesidades operativas detectadas por los usuarios, es necesario definir y establecer requisitos razonables que sean alcanzables en un lapso de tiempo determinado, además de ceñirse a un determinado presupuesto.

Este tipo de órganos de trabajo no pueden ser regulados, sino que se producen cuando tanto operadores, ingenieros como expertos logísticos generan una sinergia.

Por otro lado, es un error tratar de imponer una solución determinada por parte de los Ejércitos y la Armada, puesto que la solución que suponga cubrir la necesidad detectada por el JEMAD debe ser estudiada en una etapa posterior con el DDV. Sin em-

bargo, sí hemos visto que es una buena práctica establecer una preferencia por diseños susceptibles de proporcionar una mayor flexibilidad en el proceso de adquisición.

Asimismo, según la OM 60/2015, el proceso de planeamiento fue diseñado deliberadamente con periodos de 6 años, con el objetivo de establecer una dinámica anticíclica de los tiempos electorales y parlamentarios. Por este motivo la política de obtención de recursos materiales a nivel PEA –y por extensión la financiación de las FAS– debe constituir una política de Estado. Por ello, parece recomendable el desarrollo de una «ley de financiación de las FAS» que aporte la estabilidad necesaria al presupuesto y permita programar de forma coherente cualquier aspecto relativo a defensa y en especial a la obtención de recursos, lo que eliminaría cualquier tipo de incertidumbre sobre la posterior financiación y más con la excepcionalidad que supone que los PEA sean las únicas inversiones que son plurianuales.

En este momento la normativa en vigor, asociada al proceso de obtención, no recoge las últimas modificaciones normativas, por lo que no parece recomendable comenzar el nuevo ciclo inversor sin haber realizado las necesarias reformas legislativas y actualizar normativa y su desarrollo a nivel MDEF para armonizar el cuerpo doctrinal, en torno a lo establecido por la OM 60/2015 y la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público de reciente aprobación.

Por otro lado, en el caso del establecimiento de un REM y su posterior sanción por la autoridad, se debe visualizar de forma previa los desarrollos que ofrece la industria, en el caso de que no se pueda obtener una solución que satisfaga lo establecido en el REM, previa aprobación de la autoridad, se debería poder rebajar requisitos, tras un análisis de riesgos, y continuar con una nueva propuesta.

No obstante, esta casuística en fases tan tempranas del proceso pone en relieve que la necesidad que se plantea puede suponer un importante reto tecnológico y que los riesgos que se detecten a nivel renegociación del REM se trasladarán posteriormente a lo largo del proceso, puesto que la identificación de los riesgos es solo una etapa.

Otro aspecto a tener en cuenta es el hecho de que el proceso necesita de una gran capacidad de adaptación por la evolución de las capacidades, de la financiación y de la propia organización. En el aspecto tecnológico, la mitigación de la obsolescencia evolutiva es lo más demandante en programas de larga duración.

Es muy importante mantener un ritmo adecuado de I+d+i, lo que significa que las organizaciones de Defensa se enfrentan a un reto muy importante, que es el de adaptar estas herramientas a la velocidad de los desarrollos y no a la velocidad de los gobiernos.

Por último, el traslado de la gestión de los programas a agencias internacionales no supone una ventaja en la obtención, puesto que los problemas que se observan en los mecanismos de gestión de requisitos en dichas oficinas son similares a los de las oficinas nacionales.

No obstante, la gestión de programas a través de agencias internacionales permite reducir los riesgos y el lanzamiento de programas cuyo coste no puede ser asumido por un solo *stakeholder*.

Asimismo, las conclusiones alcanzadas muestran una serie de opciones abiertas que en caso de desarrollarse, podrían suponer una importante evolución de la validación y verificación de requisitos, como puede ser el hecho de que cada requisito debería tener una importancia relativa con respecto a los demás, es decir, hay unos requisitos más importantes que otros. La relevancia de este hecho radica en que un contratista puede ser sancionado o penalizado económicamente si no alcanza determinadas funcionalidades estipuladas en el contrato.

Por tanto, habría que ponderar estas diferencias con respecto a la importancia relativa de los requisitos en el momento de la elaboración de los documentos de definición preceptivos, para evitar así situaciones indeseadas en tanto en cuanto el equipo o sistema se encuentra en un avanzado estado de fabricación, pero no alcanza ciertas capacidades consideradas básicas a la hora de concretar el proyecto.

Además, los requisitos establecidos en el programa deberían tener una ponderación con respecto al resto, para así poder obtener un resultado objetivo del grado de cumplimiento del documento REM o DDR. La ponderación que se plantea trataría de dar mayor peso a los requisitos que se consideran imprescindibles, de tal forma que mediante la obtención de una valoración mínima en el cumplimiento de estos requisitos se acepte el desarrollo tecnológico planteado.

Como se ha reflejado a lo largo de los apartados anteriores, los PEA suponen una excepción dentro de los PGE. Así, parece recomendable la realización de un estudio que pueda evaluar la

viabilidad de realizar una ley presupuestaria específica con una duración plurianual que proporcione una estabilidad en la financiación de la defensa.

Por otro lado, es necesario conjuntar la normativa armonizándola, puesto que actualmente no se tiene en cuenta la OM 60/2015, y además es necesario incorporar a dicha regulación la centralización de las oficinas de programas en la orgánica de la DGAM.

Finalmente, como hemos visto, en la ejecución de los PEA, son los Estados los que asumen un riesgo al apostar por las capacidades de la industria. En este proceso incluso se adelantan cantidades y se financian proyectos de desarrollo. Por tanto, es importante señalar que el contratista se sitúa en una situación de ventaja que es común en el mercado de defensa. Es por esto que se propone un estudio de la asunción del riesgo y ventura por parte de los contratistas. El Informe 1.155 del Tribunal de Cuentas lo menciona en repetidas ocasiones señalando que «...este tipo de proyectos, apoye la adopción de fórmulas de contratación que incentiven que el beneficio sea asumido por el contratista en función del éxito del proyecto...».

Estos aspectos finales nos podrían llevar a un proceso en el que la introducción de indicadores de eficiencia, permitan la consecución de mayores dosis de responsabilidad por parte de todos los intervinientes en el proceso de obtención.