



Revisión y propuesta de mejora del proceso de  
adquisición de buques en la Armada República de  
Colombia

**José Humberto Godoy Rozo**  
**Luis Javier Serrano Tamayo**

Trabajo de grado para optar al título profesional:  
**Curso de Estado Mayor (CEM)**

**Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”**  
Bogotá D.C., Colombia

0-10 2-1,5  
5636

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



CURSO DE ESTADO MAJOR 2013

Revisión y propuesta de mejora del proceso de adquisición de buques en la Armada  
República de Colombia

CCEIN José Humberto Godoy Rozo  
CCEIN Luis Javier Serrano Tamayo

Bogotá, 9 de agosto de 2013

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



CURSO DE ESTADO MAYOR 2013

Proyecto de grado para obtener el título es especialista en  
Defensa y Seguridad Nacional

REVISIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE  
BUQUES EN LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA

Autores: CCEIN José Humberto Godoy Rozo  
CCEIN Luis Javier Serrano Tamayo

Tutor: CN Jaime Alberto García Pulido

Bogotá, 9 de agosto de 2013

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Asesor

Bogotá, Agosto de 2013

## Carta de Presentación

Bogotá, Agosto 9 de 2013

Señor Capitán de Navío  
JAIME ALBERTO GARCÍA PULIDO

**Tutor**

Departamento Armada  
Escuela Superior de Guerra

Por medio de la presente, respetuosamente nos permitimos poner a su consideración el Proyecto de Grado titulado: "REVISIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE BUQUES EN LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA", como requisito parcial para obtener el título de grado en la especialización de "Defensa y Seguridad Nacional" de la Escuela Superior de Guerra.

Respetuosamente,

CCEIN JOSÉ HUMBERTO GODOY ROZO

CCEIN LUIS JAVIER SERRANO TAMAYO

## **Agradecimientos**

Nos permitimos agradecer al Señor Capitán de Navío Jaime Alberto García Pulido por su acompañamiento, revisión y consejo durante el desarrollo del presente trabajo de grado. Al Señor Capitán de Navío Oscar Darío Tascón Muñoz por su guía e inspiración para el desarrollo del proceso de planeación y diseño naval entre la Armada y COTECMAR. A los oficiales, amigos y compañeros que nos facilitaron múltiples referencias que alimentaron el proceso investigativo. A nuestras familias, quienes inspiran todos los momentos de nuestras vidas.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
4. MARCO DE REFERENCIA.....	8
4.1. Marco de Antecedentes temáticos de la investigación.....	8
4.2. Marco Contextual.....	10
4.3. Marco legal o normativo.....	11
4.4. Marco Teórico conceptual.....	12
5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	14
5.1 Tipo de investigación y enfoque.....	14
5.2 Diseño metodológico de la investigación.....	15
5.3 Población.....	15
5.4 Instrumentos.....	15
6. DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA DE ADQUISICIÓN DE BUQUES EN LA ARC ....	16
6.1 Recuento Histórico.....	16
6.1.1 Desde la Guerra con el Perú hasta la II Guerra Mundial.....	16
6.1.2 Desde la II Guerra Mundial hasta el Plan Tridente y el Plan Neptuno.....	18
6.1.3 Desde el Plan Tridente y el Plan Neptuno hasta COTECMAR.....	23
6.2 Las capacidades de diseño.....	26
6.3 Los contratos recientes de buques usados.....	31
6.3.1 Submarinos 206A.....	31
6.3.2 Offshore supply vessel (OSV).....	32
6.3.3 Las corbetas clase <i>Pohang</i> .....	33
6.4 Contratos recientes de unidades nuevas aparte de COTECMAR.....	35
6.5 Los contratos recientes de unidades nuevas con COTECMAR.....	37

6.5.1 Paso 1: La planeación estratégica mediante la prospectiva .....	37
6.5.2 Paso 2: Las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño.....	39
6.5.3 Paso 3: La inscripción y validación del proyecto.....	45
6.5.4 Paso 4: La negociación .....	50
6.5.5 Paso 5: Las especificaciones definitivas .....	51
6.5.7 La supervisión .....	54
<b>7. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN EL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE BUQUES NAVALES EN OTRAS ARMADAS DEL MUNDO .....</b>	<b>58</b>
<b>7.1 Estados Unidos.....</b>	<b>58</b>
7.1.1 El método <i>top-down</i> .....	61
7.1.2 El método <i>bottom-up</i> .....	61
7.1.3 El método SEDP (System Engineering and Design Process).....	62
<b>7.2 Reino Unido.....</b>	<b>63</b>
7.2.1 Los requerimientos.....	64
7.2.2 Investigación operacional.....	66
7.2.3 Cálculo de costos .....	67
7.2.4 Gerencia del proyecto .....	68
7.2.5 Especificaciones de adquisiciones.....	69
7.2.6 Evaluación de ofertas y aclaraciones.....	70
<b>7.3 España .....</b>	<b>71</b>
7.3.1 Fase Conceptual .....	72
7.3.2 Fase de Definición y decisión.....	73
<b>7.4 Corea del Sur.....</b>	<b>76</b>
<b>8. IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS USADAS POR OTROS PAÍSES PARA MEJORAR EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y ADQUISICIÓN DE BUQUES EN LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA.....</b>	<b>82</b>
8.1 Las recomendaciones de la GAO (Estados Unidos) .....	82
8.2 Lecciones del TSSE (Estados Unidos) .....	83
8.3 Lecciones del método SEDP (Estados Unidos).....	84
8.4 El nivel de los requerimientos (Reino Unido) .....	84
8.5 La participación activa del cliente y los usuarios (Reino Unido).....	84

8.6 Los hitos de revisión (España).....	85
8.7 La directiva de programa (España).....	85
8.8 La integración de sistemas de gestión (Corea del Sur).....	85
8.9 Las capacidades de diseño propias (Países bajos).....	86
8.10 Equipos de proyecto integrado (Finlandia).....	86
<b>9. PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LOS FUTUROS BUQUES DE LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA.....</b>	<b>91</b>
<b>9.1 La planeación estratégica.....</b>	<b>91</b>
<b>9.2 Las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño.....</b>	<b>92</b>
9.2.1. Sobre el nombramiento de los expertos.....	92
9.2.2 La Jefatura de Nuevas Construcciones.....	92
9.2.3 La construcción de la medida total de efectividad.....	94
9.2.4 La ponderación de la medida total de efectividad.....	95
9.2.5 Las dimensiones principales.....	96
9.2.5 El documento de especificaciones de desempeño y restricciones al diseño.	97
9.2.7. Otras consideraciones.....	98
9.2.8. Propuesta metodológica.....	98
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO F.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO G.....</b>	<b>128</b>

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 Medida total de efectividad implementada para la evaluación de alternativas de vehículos tipo hovercraft para la Infantería de Marina .....	36
Gráfico 2. Estructura jerárquica de la medida total de efectividad CPV Corea .....	42
Gráfico 3. Flujograma resumido del proceso de planificación y adquisición de buques en la Armada República de Colombia .....	56
Gráfico 4 Flujograma expandido del proceso de planificación y adquisición de buques en la Armada República de Colombia .....	57
Gráfico 5. Proceso 2 pasos/6 puertas del Departamento de Marina de Estados Unidos para requerimientos y adquisición de unidades a flote .....	59
Gráfico 6. Proceso SEDP para requerimientos y adquisición de unidades a flote.....	62
Gráfico 7. Metodología de planeación de buques en Reino Unido .....	64
Gráfico 8. Fases y etapas del ciclo de vida de buques .....	72
Gráfico 9. Metodología de desarrollo de buques en España .....	76
Gráfico 10. Desarrollo del clúster de la construcción naval en Corea del Sur .....	77
Gráfico 11 Sistema de información técnica para ingeniería naval .....	80
Gráfico 12. Proceso de síntesis del buque utilizando el sistema de ingeniería de diseño .....	81
Gráfico 13. Diferencia de una aproximación 2D y una 3D en un modelo de optimización .....	88
Gráfico 14. Proceso de gestión de riesgos.....	90
Gráfico 15. Propuesta de metodología para la planificación y adquisición de buques en la Armada a nivel matricial .....	99

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. ARC Cartagena en Cauca yá (1933) .....	17
Ilustración 2. Fragata ARC Almirante Padilla .....	18
Ilustración 3 Ceremonia de transferencia del <i>USS Burlington</i> a la ARC .....	19
Ilustración 4. ARC Almirante Brión, 1956 .....	20
Ilustración 5. ARC 20 de Julio a la salida de la Bahía de Cartagena .....	21
Ilustración 6. ARC Leticia en el Río Putumayo.....	21
Ilustración 7. ARC Boyacá en la Bahía de Cartagena.....	22
Ilustración 8. Submarinos 209 en reparaciones mayores en COTECMAR.....	24
Ilustración 9. ARC Antioquia y ARC Caldas después de reparaciones del Plan Orión..	26
Ilustración 10. Patrullera de apoyo fluvial adaptada de un buque de cabotaje fluvial ....	27
Ilustración 11. Patrullera de apoyo fluvial de primera generación ARC Londoño .....	28
Ilustración 12. Patrullera de apoyo fluvial de segunda generación ARC Tony Pastrana	29
Ilustración 13. Patrullera de apoyo fluvial de tercera generación ARC Jorge Moreno ...	30
Ilustración 14. Ceremonia de abanderamiento Submarinos 206A. 28 Agosto de 2012.	32
Ilustración 15. Corbeta clase Pohang.....	34
Ilustración 16. Destructor clase <i>Arleigh Burke</i> .....	75
Ilustración 17. Fragata F-100. ....	75

## INTRODUCCIÓN

La Armada República de Colombia, en adelante Armada, se encuentra en un proceso de renovación y ampliación de su flota de unidades navales de superficie, de acuerdo con su actual documento de prospectiva titulado “Planeamiento de Fuerza Armada Nacional 2030”<sup>1</sup>. En concordancia con lo anterior, a través de los recursos del Plan Orión<sup>2</sup>, y con el esfuerzo mancomunado entre la Armada y COTECMAR<sup>3</sup>, se terminaron las reparaciones mayores de los buques con capacidades estratégicas<sup>4</sup> y en la actualidad se están construyendo buques tipo patrullera de mar, patrullera de costa, buques de desembarco anfibio y lanchas patrulleras de río<sup>5</sup>.

A pesar del éxito de estos procesos de planeación y adquisición de unidades navales y fluviales, se han presentado conflictos procedimentales que requieren una revisión de la metodología actual, con el fin de identificar y sugerir mejoras en el proceso.

La presente investigación corresponde al tipo documental, dado que analiza la información sobre un determinado problema con el propósito de establecer relaciones, diferencias y comparaciones que permitan mejorar un proceso.

El primer capítulo resume la problemática actual del proceso para la planeación y adquisición de buques al interior de la Armada y describe la forma general en que los países lo hacen, dependiendo de su nivel de desarrollo. El segundo capítulo describe el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo.

---

<sup>1</sup> Armada República de Colombia. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. Bogotá, 2012.

<sup>2</sup> Plan Orión: Plan de modernización, actualización y extensión de la vida útil de las unidades estratégicas de la Armada República de Colombia, así como la adquisición de los medios y capacidades para el fortalecimiento de la misión y roles de la Institución en sus distintas jurisdicciones y áreas de responsabilidad.

<sup>3</sup> COTECMAR: La sigla significa “Corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítima y fluvial”, cuyo propósito corporativo es liderar el desarrollo científico y tecnológico de la Armada República de Colombia, satisfaciendo las necesidades de soporte y evolución de su flota, promoviendo el crecimiento sostenible de la industria naval, marítima y fluvial del país.

<sup>4</sup> Los buques con capacidades estratégicas son aquellos dotados con armamento mayor, como misiles o torpedos, así como con los sensores apropiados para utilizar estas armas, cuya función principal corresponde a la misión constitucional del ejercicio de la soberanía en los espacios marítimos del país.

<sup>5</sup> Armada República de Colombia. Proyectos de construcción naval contratados con COTECMAR correspondientes al Plan Orión Fase II. Bogotá, 2012.

En el tercer capítulo se expone la justificación del presente trabajo, mientras el cuarto capítulo trata del marco de referencia donde se relaciona de manera general parte de la bibliografía utilizada como soporte del estado del arte, el alcance en la adquisición de medios navales de los países, dependiendo de las capacidades de su industria naval, así como el marco normativo y conceptual, tanto en el país como en el exterior, donde se referencia la importancia de la planeación en la construcción naval.

El quinto capítulo describe el tipo de investigación y método aplicado. Por su parte, el sexto capítulo recoge el estado de la cuestión, en la medida que hace un recuento histórico de la adquisición de buques en Colombia y del proceso que se sigue en la actualidad, tanto con COTECMAR, como con los buques que se adquieren por aparte.

El séptimo capítulo recoge el estado del arte a nivel de algunas de las principales Armadas del mundo, mostrando metodologías y procedimientos con semejanzas al desarrollado por la Armada, pero también con múltiples procedimientos por aparte, que permiten evidenciar que no hay una sola metodología única, sino herramientas de mejora al proceso actualmente establecido al interior de la Institución.

En el octavo capítulo se identifican herramientas derivadas de los procedimientos descritos y otras adicionales que permiten tener un marco de referencia para implementar mejoras en el proceso de planeación y adquisición de buques.

El noveno capítulo hace recomendaciones puntuales sobre la metodología actual implementada en la Armada con el fin de involucrar a las jefaturas de operaciones, planeación y material naval en las fases de diseño conceptual, preliminar y contractual.

El trabajo concluye con la propuesta de mejora del proceso actual, que incluye las conclusiones derivadas del análisis de la metodología y las herramientas identificadas en la revisión del proceso.

# 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Descripción del problema

Al efectuar un estudio comparativo sobre las capacidades de construcción naval en el mundo, en países que cuentan con múltiples astilleros, la Armada es la responsable de definir la misión y roles, así como de elaborar las especificaciones técnicas de sus buques. Hecho esto, abre un proceso de licitación, ya sea a través de libre competencia o de colaboración compartida, construyendo módulos independientes e integrándolos posteriormente, lo cual requiere un elevado estándar, que favorece el conocimiento especializado de cada astillero<sup>6</sup>.

Por otra parte, los países que no cuentan con la capacidad de hacer sus propios buques siguen alguna de las siguientes alternativas posibles: La primera de ellas es cuando el país hace las especificaciones técnicas desde el nivel de diseño conceptual hasta el nivel de diseño contractual y las somete a licitación dentro de un grupo seleccionado de países con las capacidades de satisfacer las necesidades específicas, previo estudio de mercado. La segunda modalidad es para aquellos países con menor capacidad técnica, quienes elaboran las especificaciones de nivel conceptual y salen al mercado internacional a evaluar buques ya construidos que puedan satisfacer su necesidad<sup>7</sup>.

En el caso colombiano, la tendencia ha sido que la Armada República de Colombia participe en la definición de sus buques, evolucionando dentro de la espiral de diseño hasta un nivel de diseño contractual, sin embargo este trabajo ha estado soportado, en su mayoría, en las especificaciones técnicas elaboradas y presentadas por el grupo del departamento de diseño de COTECMAR<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> SMALLMAN, Laurence, et al. Shared Modular Build of Warships – How a shared build can support future shipbuilding. RAND – National Defense Research Institute. Santa Monica (CA), 2011. P.5.

<sup>7</sup> RIVAS, Amilcar. Estrategias para el desarrollo del poder acuático en la fachada caribeña venezolana. Trabajo de Maestría en Seguridad y Defensa de la Nación. IAEDEN – Instituto de Altos Estudios de la Defensa Nacional. Caracas, 2007. p. 66.

<sup>8</sup> CARREÑO, Jorge, et al. Sistema de innovación para la industria astillera de Colombia. Documento de trabajo – COTECMAR. Cartagena de Indias, 2008. p. 10.

En los últimos 13 años, desde la creación de COTECMAR, Colombia ha desarrollado la capacidad de diseñar y construir algunos de sus buques, con el fin de satisfacer las necesidades de medios para el cumplimiento de la misión constitucional de la Armada, empleando una metodología racional de toma de decisiones<sup>9</sup>.

Pese a los excelentes resultados obtenidos durante estos años, los cuales han sido evidentes en las operaciones desarrolladas por las patrulleras de apoyo fluvial pesadas, así como en la construcción de las nuevas unidades adquiridas con los recursos del Plan Orión (lanchas patrulleras de río, buques de apoyo logístico costero y fluvial, buques patrulleros de zona económica exclusiva y buques patrulleros de costa), se han presentado múltiples inconvenientes que hacen necesario revisar la metodología actual de planificación y adquisición de buques, con el fin de integrar de forma más efectiva a los actores involucrados en el proceso, con lo cual se pretende elaborar una propuesta de mejora, ya sea a nivel procedimental o a nivel estructural, dentro de la organización de la Armada, en la cual, desde las instancias de planeación se haga el acompañamiento a COTECMAR, a lo largo de las distintas etapas del diseño, para la definición de las especificaciones técnicas de los nuevos buques.

En la actualidad el proceso de planeación y adquisición de buques se lleva a cabo en grupos independientes, es decir, un grupo inicial en el nivel estratégico aporta la idea del buque deseado, otro participa en las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño, otro critica el diseño preliminar, otro lo negocia y así sucesivamente. La participación en estos grupos es aleatoria y tiene requisitos muy generales, que significan sólo una función temporal de los participantes en el proceso de diseño, que termina siendo poco productiva, precisamente porque es un trabajo eventual. Por el contrario, desde un inicio, COTECMAR tiene personas de la misma oficina de diseño a lo largo de todas las etapas de planeación.

---

<sup>9</sup> TASCÓN, Oscar. Metodología toma racional de decisiones. Trabajo de Fuerza – Curso de Estado Mayor 2007. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2007. 105 p.

Cabe anotar que en Colombia actualmente existe una coyuntura particular, consistente en que COTECMAR es el único astillero del país que cuenta con la capacidad de construir buques militares, debidamente certificada, como consecuencia de su política de gestión de la calidad y de los requerimientos técnicos particulares de la Armada para la construcción de sus unidades de superficie. Como consecuencia de lo anterior se ha presentado una concentración de la responsabilidad del astillero en la definición de las especificaciones técnicas de los buques, donde debería haber mayor participación de la Armada.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la estrategia adecuada para mejorar la planeación en el diseño y adquisición de buques navales, con el fin que sea un proceso altamente eficiente entre la Armada y COTECMAR, como empresa constructora de éstos?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Revisar el proceso de planificación y adquisición de buques en la Armada República de Colombia y plantear una propuesta de mejora en la gerencia de estos proyectos, teniendo como base herramientas de modelos actuales implementados por algunas Armadas del mundo.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Describir la metodología actual de adquisición de buques de la Armada República de Colombia.
2. Revisar el estado del arte en el proceso de adquisición de buques navales en otras Armadas del mundo.
3. Identificar herramientas que hayan sido exitosas en otros países para mejorar el proceso de planeación y adquisición de buques navales, que puedan implementarse en Colombia.
4. Elaborar la propuesta de mejora para el proceso de adquisición de los futuros buques de la Armada República de Colombia.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Dado que la Armada está evolucionando en el diseño y desarrollo de buques fluviales y de Guardacostas hacia buques con capacidades estratégicas, se hace necesario revisar la metodología para la definición de las especificaciones técnicas, sin eliminar a COTECMAR de la fase de diseño, puesto que es su astillero constructor natural; sin embargo, es importante establecer que es el armador quien define las necesidades y características de la embarcación que requiere.

La revisión del proceso de adquisición de buques en la Armada permitirá identificar las falencias dentro de las distintas etapas del mismo. Por otra parte, la revisión del estado del arte a nivel mundial pretende identificar herramientas de mejora que puedan ser implementadas en el proceso propio, con el fin de satisfacer en mayor porcentaje las necesidades de la Institución en la planeación y diseño de sus unidades a flote, así como en la tarea de acompañamiento al astillero constructor en el diseño del buque hasta el nivel contractual, permitiendo optimizar los recursos y requerimientos, haciéndolos más evidentes en las fases de diseño y facilitando la reducción de costos al interior de COTECMAR.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1. Marco de Antecedentes temáticos de la investigación

Con el fin de identificar los principales participantes dentro del sector de la construcción naval se partió por revisar el mercado mundial a nivel general, para tener un marco de referencia amplio, el cual se fue ajustando hacia el mercado específico de la construcción de buques de guerra, particularmente buques de superficie tipo fragata o buque patrullero de mar con desplazamiento superior a 1.000 toneladas, donde se enmarcan los proyectos futuros más ambiciosos para el fortalecimiento y renovación de la flota naval de la Armada. Para tal efecto se consultaron distintos programas internacionales, especialmente de algunos países con capacidades de construcción naval reconocidas.

Como primera referencia, se analizó un estudio que propone opciones para reducir costos en el diseño naval, presentado al Congreso de Estados Unidos, donde se revisarán alternativas para el manejo de recursos dentro del programa de renovación naval de la Marina de Estados Unidos<sup>10</sup>. Adicionalmente, considerando que este país conserva el liderazgo tecnológico en las capacidades de su flota naval, se revisará su programa actual de políticas y procedimientos para adquisición de nuevos buques<sup>11</sup>.

Por otra parte, en el programa de desarrollo naval sobre opciones de adquisición del nuevo destructor de la Armada de Reino Unido, el destructor Tipo 45, se investigaron las estrategias de adquisición que el Ministerio de Defensa de este país tuvo en cuenta para llevar a cabo el proceso de planeación y compra de sus buques de guerra para los próximos 15 – 20 años<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> O'ROURKE, Ronald, et al. Navy Ship Acquisition: Options for lower cost ship designs – Issues for Congress. Congressional Research Service – The Library of Congress. Washington, D.C., 2005. 38 p.

<sup>11</sup> DREZNER, Jeffrey, et al., Are ships different? Policies and procedures for the acquisition of ship programs. RAND – National Defense Research Institute. Santa Monica (CA), 2011.

<sup>12</sup> BIRKLER, John, et al. The Royal Navy's New Generation Type 45 Destroyer – Acquisition Options and Implications. Prepared for the United Kingdom's Ministry of Defence by RAND Europe. Santa Monica (CA), 2002.

Continuando con la revisión del proceso de planeación de buques en países europeos, en el documento de trabajo sobre diseño de buques militares menores de la OTAN<sup>13</sup>, se analizaron las estrategias de adquisición de varios países europeos sobre buques tipo OPV<sup>14</sup> entre 600 y 2000 toneladas, así como las fases de los procesos para el planeamiento de sus buques militares<sup>15</sup>. Se analizaron también algunos documentos del Ministerio de Defensa de España sobre los programas de renovación de la flota naval y las estrategias implementadas para la adquisición de sus buques, implementando la estrategia metodológica de sistemas de ingeniería<sup>16</sup>.

En cuanto a los países asiáticos y de la cuenca del Pacífico, se revisaron de forma general el crecimiento de las flotas navales de China, Corea, India, Rusia, Vietnam, Australia, Nueva Zelanda, entre otros<sup>17</sup>. Adicionalmente se revisará el estudio desarrollado por la Armada de Australia sobre los retos para la construcción de sus nuevas fragatas<sup>18</sup>, así como un estudio sobre las mejoras al proceso de diseño en la Armada de Corea<sup>19</sup>.

Una vez analizado el marco de referencia internacional, se revisó el escenario al interior del país, donde se partió desde el ámbito nacional hacia el institucional, es decir, se revisó el proceso de matrícula de proyectos en el CONPES<sup>20</sup> y se revisaron los últimos procesos sobre cómo se ha llevado a cabo la planeación y adquisición de los buques recientes de la Armada a COTECMAR.

---

<sup>13</sup> Organización del Tratado del Atlántico Norte.

<sup>14</sup> Offshore Patrol Vessel.

<sup>15</sup> NATO (North Atlantic Treaty Organization) Naval Group. Working Paper on Small Ship Design. Istanbul, 2004.

<sup>16</sup> Ministerio de Defensa de España. Boletín Oficial del MDN No. 202: Regulación del proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas. Sección 1. Madrid, 2012. p. 24067.

<sup>17</sup> BERGIN, Anthony. East Asian naval developments – sailing into the rough seas. Marine Policy. Vol. 26. Canberra, 2002. p. 121-131.

<sup>18</sup> PACEY, Bryce et al. Australia's future combatants. Researching Australia's Security Challenges. The Kokoda Foundation – National Library of Australia. Canberra, 2010.

<sup>19</sup> CHOI, Hanwool. Naval ship concept design for the Republic of Korea Navy: a systems engineering approach. Master's Thesis. Naval Postgraduate School. Monterey (CA), 2009.

<sup>20</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ficha BPIN del proyecto "Adquisición de unidades especiales para cobertura fluvial y marítima a nivel nacional". Bogotá, 2011.

## 4.2. Marco Contextual

El diseño de los buques en la mayoría de Armadas del mundo es un procedimiento propio de cada país como tal, con algunas características en común. En los países desarrollados suele ser una información estratégica de carácter clasificado, mientras que otros países sin la capacidad de desarrollar sus propias unidades navales deben acudir al mercado internacional.

En Colombia los buques solían adquirirse en el mercado internacional. Si bien en la época de CONASTIL<sup>21</sup> se logró construir el dique Jaime Arias<sup>22</sup>, solamente hasta el nacimiento de COTECMAR, el 21 de Julio de 2000, el país ha iniciado una fase próspera de construcción naval. En la actualidad, la construcción de las Patrulleras de Apoyo Fluvial Pesadas ha hecho a Colombia líder mundial en la construcción de buques militares fluviales<sup>23</sup>. De la misma manera ha desarrollado otra serie de buques de apoyo y de Guardacostas, siendo el mayor logro la construcción de los Patrulleros de Mar ARC 20 de Julio y ARC 7 de Agosto.

Actualmente se prevé, hacia el mediano plazo, la construcción de buques con capacidades estratégicas<sup>24</sup>, lo cual se constituye en un hito transformador que implica la revisión del proceso actual y la identificación de herramientas, utilizadas por países que ya cuentan con la capacidad de construcción de buques con estas capacidades, para vincular, aquellas que sean aplicables, hacia el proceso de planeación y adquisición de buques al interior de la Armada de Colombia.

La investigación se sitúa en un contexto institucional, dado que está enfocada a mejorar un proceso propio al interior de la Armada República de Colombia.

---

<sup>21</sup> CONASTIL: Compañía Nacional de Astilleros S.A.

<sup>22</sup> CARREÑO, Jorge, et al. Sistema de innovación para la industria astillera de Colombia. Documento de trabajo – COTECMAR. Cartagena de Indias, 2008. p. 3.

<sup>23</sup> *Ibíd.* p. 7.

<sup>24</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Análisis estratégico y operacional para la conceptualización de la plataforma estratégica de superficie. Bogotá, 2012

### 4.3. Marco legal o normativo

La normatividad que rige el proceso de planeación para la construcción de unidades navales es de carácter internacional, toda vez que si bien es un proceso propio de cada país, se apoya en herramientas utilizadas a nivel global. Sin embargo, en el ámbito nacional también se han desarrollado documentos de referencia.

Al nivel de gobierno, la política de consolidación de la seguridad democrática<sup>25</sup> y la política integral de seguridad y defensa para la prosperidad<sup>26</sup>, tratan asuntos de la modernización de las Fuerzas Militares y fortalecimiento de sus capacidades, dentro de lo cual se circunscribe la adquisición de las capacidades de defensa naval y fluvial. A nivel del Ministerio de Defensa Nacional, la Directiva Permanente 038 del 21 de Diciembre de 2011 trata sobre las instrucciones para el manejo de los recursos extraordinarios para los proyectos de inversión, dentro de los que están inscritos los proyectos para construcción de nuevas unidades en la Armada<sup>27</sup>.

El documento CONPES No. 3713 de 2012 – Reservado, trata de los proyectos de inversión 2011 – 2014<sup>28</sup>, dentro de los cuales se encuentran las unidades navales y fluviales tipo patrullero de mar, patrullero de costa, buque de apoyo logístico, lancha patrullera de río y hovercraft, los cuales requirieron esquema de presentación y modelo racional de toma de decisiones para la definición de su diseño contractual. Al interior de la Armada se encuentra el Plan de Desarrollo al 2030<sup>29</sup> y el documento sobre análisis estratégico de la plataforma estratégica de superficie<sup>30</sup> – PES. Al interior de COTECMAR se encuentran el escenario apuesta, así como los propósitos, objetivos, funciones y presupuestos en los Planes estratégicos 2007 – 2011 y 2012 – 2015<sup>31</sup>.

<sup>25</sup> URIBE, Álvaro. Política de consolidación de la seguridad democrática. Bogotá, 2007. 49 p.

<sup>26</sup> SANTOS, Juan M. Política integral de seguridad y defensa para la prosperidad. Bogotá, 2011. 44 p.

<sup>27</sup> Ministerio de Defensa Nacional. Directiva Permanente 038 de 2011 - Instrucciones para manejo recursos extraordinarios. Bogotá, 2011. 27 p.

<sup>28</sup> CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). Proyectos de inversión – fortalecimiento de las Fuerzas Militares 2011 – 2014. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, 2011.

<sup>29</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. Bogotá, 2012.

<sup>30</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Análisis estratégico y operacional para la conceptualización de la plataforma estratégica de superficie. Bogotá, 2012.

<sup>31</sup> COTECMAR. Plan estratégico 2012-2015. Cartagena de Indias, 2011.

#### 4.4. Marco Teórico conceptual

La construcción naval reviste una importancia estratégica para cada Estado, toda vez que permite satisfacer las necesidades para el ejercicio de las funciones propias de la Armada. Los conceptos sobre la relevancia de la construcción naval se encuentran, más que en teóricos del poder naval y marítimo (Mahan, Corbett, etc.), en documentos de trabajo generados a nivel de los ministerios de defensa de cada país.

En Colombia, el plan de prospectiva de la Armada República de Colombia<sup>32</sup> refleja la importancia de la construcción naval, toda vez que establece la proyección del escenario futuro para las distintas unidades a flote. En el contexto internacional, hay múltiples documentos que enmarcan la importancia de la construcción naval. Actualmente el país que lidera esta industria es la República de Corea, cuyo análisis del clúster fue desarrollado bajo la supervisión del reconocido profesor de estrategia de la Universidad de Harvard, Michael Porter<sup>33</sup>. Siguiendo en Asia y considerando que China es el país con mayor crecimiento tanto económico como en la industria naval, se referencia una investigación sobre la materia, que resalta las implicaciones estratégicas y comerciales que se dan a nivel global, destacándose la transición de este país hacia una armada de “aguas azules” mediante la construcción de submarinos oceánicos, buques de reabastecimiento en el mar y unidades de asalto anfibio para operaciones de proyección<sup>34</sup>.

En Europa, el documento marco de referencia sobre la construcción naval se enfoca en la importancia para la economía de este mercado estable, especializado en buques de superficie y submarinos, resaltando la sofisticación en capacidades estratégicas y la integración entre los astilleros constructores<sup>35</sup>.

---

<sup>32</sup> Opcit, ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. p. 6.

<sup>33</sup> PORTER, Michael, et al. Shipbuilding cluster in the Republic of Korea. Harvard Business School – Microeconomics of competitiveness. Boston, 2010. p. 19

<sup>34</sup> COLLINS, Gabriel y GRUBB, Michael. A comprehensive survey of China's dynamic shipbuilding industry. China Maritime Studies Institute. US Naval War College. Newport (RI), 2008.

<sup>35</sup> ECORYS (European Corporation of Research & Consulting). Study on competitiveness of the European shipbuilding industry - Final Report. Rotterdam, 2009.

Por otra parte, el plan estratégico de investigación y desarrollo de la Marina de Estados Unidos resalta la importancia de fortalecer a los participantes dentro del proceso de construcción naval para mantenerse en el tope de la industria, resaltando la importancia de los nuevos desarrollos en nuevos materiales y electrónica<sup>36</sup>. Para tal efecto mantiene proyectos de unión entre universidades, empresas y Estado.

---

<sup>36</sup> Office of Naval Research. Naval Science & Technology Plan. Arlington (VA), 2011.

## 5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

### 5.1 Tipo de investigación y enfoque

La investigación partió de un análisis de la cuestión al interior de la Armada, con el fin de revisar cómo se han dado los distintos procesos de adquisición de unidades a flote, qué planes y metodologías se tuvieron en cuenta y cómo se lleva a cabo la metodología actual. Esta revisión permitió identificar los puntos débiles del proceso donde se requiere desarrollar la propuesta de fortalecimiento.

El problema de investigación fue claramente definido y limitado, por lo tanto se estableció el enfoque de la investigación hacia los procedimientos al interior del proceso de planeación y adquisición de buques navales en países líderes en construcción naval en el mundo, con el fin de identificar herramientas de mejora al proceso interno.

Sin embargo, debido a la complejidad del problema planteado, se observan elementos que se alinean con la investigación del tipo cualitativo; debido a que se realizará un proceso exploratorio que no es totalmente confirmatorio, así mismo es claro que no es completamente generalizable y que obedece a una realidad dinámica antes que estática<sup>37</sup>. Considerando que en el ámbito de la investigación se ha presentado un “enfrentamiento” entre teorías y prácticas que defienden cada una por su lado el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo, puede entonces tomarse la posición de que el tipo de investigación obedece a lo que se ha denominado como Métodos Mixtos de Investigación<sup>38</sup> (*Mixed Methods Research*), el cual se acepta como una nueva corriente que integra las bondades de los dos métodos y trata de minimizar sus limitaciones, generando su propio dominio teórico, sus propios diseños y propuestas para la recolección, procesamiento y análisis de los datos.

---

<sup>37</sup> JIMÉNEZ, Wilson. Metodología de Investigación. Escuela de Administración de Negocios. Especialización en Gerencia de Proyectos. Bogotá, 2012.

<sup>38</sup> CAMPOS, Agustín. Métodos Mixtos de Investigación. Integración de la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa. Cooperativa Editorial del Magisterio. Bogotá, 2009.

## **5.2 Diseño metodológico de la investigación**

Análisis documental. Se hizo una exhaustiva revisión bibliográfica tanto del proceso desarrollado en la Armada República de Colombia como en Armadas de otros países sobre el proceso de planeación y adquisición de unidades navales, lo cual permitió, mediante el método deductivo, identificar herramientas de mejora en los puntos que se encuentran en conflicto dentro del procedimiento propio.

Una vez identificadas las herramientas de mejora en otras Armadas del mundo, se priorizaron y evaluaron las alternativas, con el fin de integrarlas dentro del proceso propio de la Armada.

## **5.3 Población**

La población objetivo se sujetó, en primer lugar a un análisis a fondo del proceso propio, desde los inicios de la Armada hasta la actualidad, en segundo lugar, a países referentes en construcción naval en el mundo, donde se efectuó un análisis de la documentación disponible sobre el proceso de planeación y adquisición de buques.

## **5.4 Instrumentos**

Durante el trabajo se utilizaron múltiples instrumentos de análisis. El primero fue un filtro de la información disponible, enfocado al problema puntual de análisis, de acuerdo con la identificación de puntos débiles del proceso; segundo, se identificaron herramientas de mejora del proceso propio de la Armada mediante la revisión del estado del arte; tercero se priorizaron y evaluaron las alternativas de mejora del proceso; cuarto, se integraron las alternativas dentro de un proceso mejorado al interior de la Institución.

## 6. DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA DE ADQUISICIÓN DE BUQUES EN LA ARC

### 6.1 Recuento Histórico

Durante su historia, la ARC (Armada República de Colombia) ha adquirido diversos buques, pero no ha quedado mayor registro histórico de la metodología implementada para tal efecto. Con el fin de hacer un recuento general, se ha dividido en 3 etapas.

#### 6.1.1 Desde la Guerra con el Perú hasta la II Guerra Mundial

En 1928, Colombia no tenía Marina de Guerra<sup>39</sup>. Problemas de alteración del orden público en el Río Magdalena obligan al gobierno central a pensar en la adquisición de buques cañoneros fluviales. Se estudiaron diversas propuestas y se escucharon diversas recomendaciones. Finalmente se seleccionaron los astilleros *Yarrow*, en Glasgow, Reino Unido, para la construcción de tres cañoneros; sin embargo, se desconoce si hubo alguna metodología desarrollada para su selección.

En principio, los buques serían enviados por partes a Colombia, para ser ensamblados en Barranquilla, lo que abría una ventana no sólo hacia la adquisición de medios navales, sino hacia la industria de la construcción naval en el país. La coyuntura de la guerra contra Perú no permitió materializar el proyecto de ensamble de los cañoneros en Colombia, y los buques fueron rápidamente alistados y enviados navegando<sup>40</sup>. De los tres buques, dos fueron enviados a fortalecer la presencia naval colombiana en el trapezio amazónico, el Cartagena y el Santa Marta, mientras que el Barranquilla fue enviado a lo originalmente planteado, el refuerzo del orden público en el Río Magdalena. Los dos buques enviados al sur del país realizaron múltiples viajes entre Cauca y Puerto Asís, transportando tropas procedentes del interior, así como distintos aprovisionamientos para las unidades en tierra<sup>41</sup>.

<sup>39</sup> PRIETO, Carlos. El Combate de Güepí. Pañol de la historia – Cyber-corredera [online]. Consultada el día 23 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL: <http://www.cyber-corredera.de/panoles/Panol-48.htm>>

<sup>40</sup> DONADÍO, Alberto. La guerra con el Perú. Planeta colombiana editorial. Bogotá, 1955. P. 87.

<sup>41</sup> LOAIZA, Gilberto. ¿Un libro por accidente?. Boletín cultural y bibliográfico No. 46 – La Guerra con el Perú. Historia Extensa de Colombia. Volumen XXXIV. Biblioteca Luis Ángel Arango. Bogotá, 1997.



Ilustración 1. ARC Cartagena en Cauca (1933)

Fuente: Cyber-corredera. Edición No. 48

Posterior a la guerra, en los astilleros de *Saint Nazaire*, Francia, se adquirieron los cañoneros Mosquera y Córdova, mientras que en Manaos, Brasil, se adquirió el remolcador Bogotá para movilizar el bongo hospital Ymary. En Nueva York se compró un buque inglés que se le llamó MC Boyacá, que sería la primera sede de Escuela de Grumetes. En Lisboa se compran los destructores MC Antioquia y MC Caldas, el cual tendría una destacada participación en la II Guerra Mundial. En Inglaterra se compró el MC Cúcuta, que sirvió de primera sede de la Escuela Naval de Cadetes<sup>42</sup>.

Si bien hubo un significativo crecimiento de los medios en la Armada, es evidente que el proceso de adquisición fue desarrollado, más por gestión que individualmente hicieron distintos funcionarios en el extranjero, que por un análisis de las capacidades que necesitaba la naciente Marina de Guerra, lo cual significaría elevados costos en la operación, estandarización y mantenimiento de los buques, que se verían reflejados más adelante. Durante la II Guerra Mundial, la industria astillera mundial estaba construyendo buques para sus propias necesidades, como Colombia aún no contaba con la capacidad de construcción naval propia, su participación se restringió a los buques que había adquirido con anterioridad.

---

<sup>42</sup> PRIETO, Carlos. El Combate de Güepf. Pañol de la historia – Cyber-corredera [online]. Consultada el día 23 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL: <http://www.cyber-corredera.de/panoles/Panol-48.htm>>

### 6.1.2 Desde la II Guerra Mundial hasta el Plan Tridente y el Plan Neptuno

Después de la exitosa participación de la Armada colombiana en la II Guerra Mundial, el gobierno de Estados Unidos le transfirió al país, por un económico monto, la fragata *USS Groton*, buque retirado del servicio que había servido para efectos de patrullaje y servicio meteorológico en la Marina de Estados Unidos<sup>43</sup>. Esta sería la primera adquisición de un buque ya empleado con anterioridad por otra Marina y comprado por la Armada República de Colombia en su historia moderna, que si bien significaría una página de gloria en la historia naval colombiana, abrió una puerta para seguir comprando buques que han significado bajas inversiones de adquisición, pero altísimos costos de mantenimiento, y ciclo de vida. Cabe anotar, que ningún buque “de segunda” ha superado los 30 años de servicio, una vez incorporados a la Armada. En Colombia, el buque fue bautizado como ARC Almirante Padilla, en honor al héroe naval colombiano y fue destinado como Buque Escuela de la Armada<sup>44</sup>.



Ilustración 2. Fragata ARC Almirante Padilla

Fuente: Archivo fotográfico Mariano Ospina Peña

El 27 de junio de 1950, el Secretario General de la ONU formuló una petición para que los países aliados apoyaran a Corea del Sur ante la invasión de la que habían sido objeto<sup>45</sup>. El 30 de junio del mismo año, el Presidente Laureano Gómez respondió que ofrecería una unidad naval y dos semanas más tarde, un batallón de infantería.

<sup>43</sup> OTÁLORA, Rodrigo. En memoria de la Fragata “Almirante Padilla”. Revista Armada. Ed. 85. Bogotá, 2004. P. 12.

<sup>44</sup> SERJE, Margarita. El “Almirante Padilla” en Corea. Una crónica del legendario buque de la Armada República de Colombia. Expedición Padilla. Cartagena de Indias, 2012. P. 2.

<sup>45</sup> WARNER, Geoffrey. The Korean War. Royal Institute of National Affairs. Vol. 56. London, 1980. Pp. 98-107.

La fragata ARC Almirante Padilla, que era el buque en mejores condiciones de la Armada, zarpó hacia San Diego a unas intensas reparaciones que la pusieran a punto para los propósitos de la guerra, es decir, se removieron las aulas de clase y demás espacios de instrucción, para dar paso a la modernización de su artillería e instalación de equipos para el combate naval<sup>46</sup>. El buque se unió a la Séptima Flota, participando en múltiples ejercicios de guerra antiaérea y guerra antisubmarina, zarpando el 1 de Noviembre de 1950 hacia Hawaii, luego hacia Tokio y Sasebo, en Japón, desde donde zarpó hacia aguas coreanas. Durante la guerra realizó múltiples operaciones de bombardeo de costas y destrucción de minas, que quedaron registrados como grandes éxitos en los anales de la historia naval colombiana y de la guerra misma<sup>47</sup>.

Como reconocimiento de Estados Unidos hacia Colombia por su destacada participación en la guerra de Corea, le fueron transferidas otras dos fragatas, ya retiradas del servicio de la Marina de Estados Unidos, para la Marina Colombiana, las cuales se bautizaron como ARC Capitán Tono (Ex *USS Bisbee*, PF-46) y ARC Almirante Brión (Ex *USS Burlington*, PF-51). Todo este grupo de buques sirvió en la Armada hasta el año 1965, cuando fueron dados de baja para recibir uno de los grandes errores de la marina, los destructores.

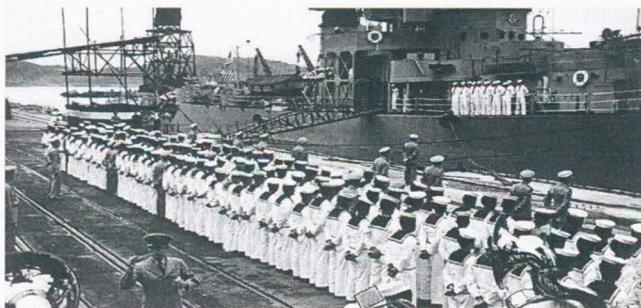


Ilustración 3 Ceremonia de transferencia del *USS Burlington* a la ARC  
(Base Naval de Yokosuka– Japón), 1953

Fuente: *US Navy Photo Archive – Naval Historical Center*

<sup>46</sup> OTÁLORA, Rodrigo. En memoria de la Fragata "Almirante Padilla". Revista Armada. Edición No. 85. Bogotá, 2004. P. 11.

<sup>47</sup> PEATE, Les. From Bogota to Old Baldy: Colombia's contribution. *Espirit the Corps*, Canadian Military Publications. Ottawa, 2004. P. 16.

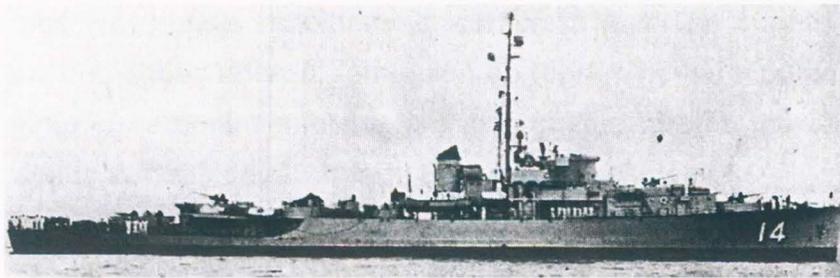


Ilustración 4. ARC Almirante Brión, 1956

Fuente: *Robert Hurst. Jane's Fighting Ships*

La llegada a la presidencia del General Gustavo Rojas Pinilla fortaleció el presupuesto de las Fuerzas Militares y por ende el de la Armada. El muelle de la Base Naval ARC Bolívar fue ampliado con el fin de albergar los buques recién incorporados provenientes de lo recibido de la Marina de Estados Unidos, pero el Presidente de la República llamó la atención por la pésima estrategia que estaba adoptando la Armada con la adquisición de buques “viejos”. En contraparte, le llamó la atención la oferta de dos destructores suecos de última generación, en especial porque representaban una tecnología naval superior a la de la Armada de Venezuela, de llegarse a presentar alguna confrontación<sup>48</sup>.

El proyecto tuvo un buen inicio. Los buques se adquirieron y las primeras tripulaciones se entrenaron con la nueva tecnología. Sin embargo, para completar el proyecto debía firmarse un nuevo contrato que incluía mayor capacitación específica de los sistemas de armas, desarrollo de la cadena de apoyo logístico y un stock de repuestos para 10 años. Desafortunadamente este contrato, clave para apropiarse toda la tecnología de los buques y garantizar su operación y mantenimiento, nunca llegó a perfeccionarse debido a la caída de Rojas Pinilla. El recorte del presupuesto militar, la falta de un sistema logístico, la falta de experticia en los sistemas y que muchas partes de la maquinaria y equipos electrónicos habían sido fabricadas para las frías aguas del Báltico, sin ningún proceso de tropicalización para las cálidas aguas del Caribe, llevó a que se presentaran accidentes abordo y terminaran dándose de baja con tan sólo 10 años de servicio<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> QUIÑONES, Jairo. ¿Cómo se llegó a decidir la compra de los destructores suecos?. Entrevista al Señor Almirante Jaime Erazo Annexi. Cyber-corredera [online]. Consultada el día 27 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL: <http://www.cyber-corredera.de/corredeas/127.htm>>

<sup>49</sup> *Ibíd.*

Como aspecto positivo, puede señalarse un cambio a favor en cuanto a la cultura de entrenamiento, comodidades abordo, formación en fábrica de las tripulaciones, acceso a tecnología de punta y mantenimiento preventivo<sup>50</sup>, cultura que ha marcado el excelente mantenimiento de los buques de la Armada República de Colombia.



Ilustración 5. ARC 20 de Julio a la salida de la Bahía de Cartagena

Fuente: Archivo fotográfico CALM Jaime Erazo Annexi

En contraparte, se llevó a cabo la construcción de tres cañoneros fluviales en el astillero Unión Fluvial de Barranquilla, lo cual significó un exitoso inicio de la industria naval en el país. Los buques fueron entregados en 1956 y destinados a la Base Naval de Puerto Leguízamo, dado el tiempo de servicio que ya llevaban el Cartagena y el Santa Marta<sup>51</sup>. Actualmente aún operan dos de los cañoneros en la Fuerza Naval del Sur.



Ilustración 6. ARC Leticia en el Río Putumayo

Fuente: Archivo fotográfico Fuerza Naval del Sur

<sup>50</sup> GARCÍA, Ricardo. El General Gustavo Rojas Pinilla y la Armada República de Colombia [online]. Consultada el día 25 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en <URL: <http://www.cyber-corredera.de/correderas/144.htm>>

<sup>51</sup> PÉREZ, Antonio et al. Buques cañoneros del mundo. Revista General de Marina. Madrid, 2011. P. 706.

Debido al fracaso de los destructores suecos, a comienzos los años 70 se incorporaron destructores que estaban en proceso de retiro de la Armada norteamericana, que habían sido puestos en servicio hacia finales de la II Guerra Mundial. En la década de los sesenta llegaron los destructores Caldas, Antioquia, Córdova y Santander. Todos fueron dados de baja con menos de 12 años de servicio en la Armada, a excepción del Santander que duró hasta mediados de los años 80 y el ARC Boyacá, 10 años más moderno que sus antecesores, sirvió hasta el año 1992<sup>52</sup>.



Ilustración 7. ARC Boyacá en la Bahía de Cartagena

Fuente: Archivo fotográfico Fuerza Naval del Caribe

La alianza con Estados Unidos para adquirir destructores no significó ningún avance en el desarrollo de la industria naval colombiana y menos en el proceso de planeamiento de adquisición de buques. Por el contrario, significó elevados costos en operación y mantenimiento, tecnología obsoleta y costosas reparaciones en astilleros en Estados Unidos o sus subsidiarios en Panamá y las Islas Bermudas.

Por fortuna, la Armada supo aprender de sus errores y trazar dos planes que marcarían el rumbo de la Institución hasta la actualidad, el Plan Tridente y el Plan Neptuno, en el cual sí se implementaron metodologías de toma de decisiones y se definieron unas capacidades, para que las hoy fragatas pudieran ejecutar la guerra compuesta, de tal forma que se definió un tipo de buque particular.

---

<sup>52</sup> AVENDAÑO, Manuel. El hombre, el momento, la máquina. Cyber-corredera [online]. Consultada el día 23 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL:<http://www.cyber-corredera.de/correderas/100.htm>>

### 6.1.3 Desde el Plan Tridente y el Plan Neptuno hasta COTECMAR<sup>53</sup>

La grandes diferencias en esta etapa del proceso de adquisición de buques en la Armada fueron cuatro: primero, se adquirieron excelentes capacidades disuasivas que se encontraban en el estado del arte de la tecnología naval; segundo, eran buques nuevos, razón por la cual, 30 años después y aún más en los submarinos, siguen en excelente estado de conservación y actualización; tercero, hubo un proyecto completo, es decir, se decidió qué buques se querían, hubo un proceso de toma de decisiones para definir las capacidades y se adquirió el tren de soporte logístico completo, incluyendo repuestos, kits de mantenimiento, capacitación y una cadena logística para suplir las necesidades futuras; cuarto, los costos operacionales y de mantenimiento eran considerablemente inferiores a los destructores, lo cual ha favorecido su sostenimiento en alto estado de nivel operativo.

El aspecto negativo es que no quedó ningún registro histórico del proceso de toma de decisiones efectuado para cada caso, distinto a lo que los participantes de los proyectos guardaron en sus archivos personales.

6.1.3.1 El Plan Tridente. El 29 de agosto de 1972 se crea la Flotilla de Submarinos. Para aquel entonces ya estaban en proceso de construcción 2 submarinos oceánicos 209 en Alemania y 2 submarinos tácticos SX506 en Italia. Paralelamente se desarrollaban los cursos para las tripulaciones y los respectivos entrenamientos para apropiarse la tecnología y los conocimientos necesarios para su sostenimiento.

La decisión sobre los submarinos en Alemania se basó en 2 aspectos: primero, Alemania era el líder en construcción de submarinos convencionales en el mundo y habían demostrado su efectividad durante la II Guerra Mundial; segundo, los otros dos grandes fabricantes de submarinos estaban inmersos en la guerra fría y no le vendían a nadie, dada su necesidad de crecer ellos mismos y de no revelar su tecnología<sup>54</sup>.

---

<sup>53</sup> COTECMAR: Corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítima y fluvial.

<sup>54</sup> AVENDAÑO, Manuel. Plan tridente para la adquisición de los submarinos 209. Observación inédita. Bogotá, 2013.

La adquisición de los submarinos oceánicos ha representado un arma estratégica determinante, mientras que los tácticos una capacidad diferencial para operaciones de fuerzas especiales. Recientemente, los submarinos 209 acaban de pasar por un proceso de reparación, modernización y actualización de equipos, que refuerzan su capacidad de ataque y permiten contar con capacidades actualizadas hasta el 2030.



Ilustración 8. Submarinos 209 en reparaciones mayores en COTECMAR

Fuente: Archivo fotográfico Plan Orión Fase 1

Los submarinos tácticos ya no existen, pero dado que tres de las cuatro lanchas submarinas aún se encuentran en servicio, pueden llevarse a bordo de un buque con grúa y espacio suficiente en cubierta para desplegarlas, como el ARC Cartagena de indias o el ARC San Andrés, siempre y cuando el perfil de costa permita que el buque pueda aproximarse al menos a 15 MN, radio táctico de acción de las lanchas<sup>55</sup>.

Actualmente existen lanchas en forma de torpedo que caben en los tubos de los submarinos 209 y 206A, así como tecnologías más portátiles que permiten lanzar el buzo y su equipo de propulsión manual desde un helicóptero, entre otras, para el desarrollo de operaciones cortas, las cuales están siendo objeto de evaluación financiera y operativa por parte de la unidad de comandos submarinos y al interior de la Jefatura de Planeación<sup>56</sup>.

<sup>55</sup> PRIETO, Jorge. Presentación Unidad de Comandos Submarinos. Observación inédita. Bogotá, 2013.

<sup>56</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan Orión Fase 2 – Planeación de proyectos de inversión. Bogotá, 2012.

6.1.3.2 El Plan Neptuno. Para este plan se desarrolló un modelo de decisión que se llamó concepto de diseño<sup>57</sup>, el cual consistió en definir unas capacidades que se encontrarán en el estado del arte y brindarán capacidades estratégicas reales.

Dado que para mediados de los años 70 la Armada sólo estaba heredando buques con tecnología obsoleta que la mantenía rezagada, se inició una evaluación sobre qué tipo de buque necesitaba para satisfacer sus necesidades. En cabeza del entonces Capitán de Corbeta Edgar Romero Vásquez, el comité estructurador hizo un diseño conceptual, el cual permitió salir a buscar las capacidades requeridas en el mercado internacional.

Con Estados Unidos el modelo no funcionó porque consideraban que la Armada de Colombia no debería de tener las capacidades solicitadas. Se exploraron otros mercados y la oferta que prometía entregar las capacidades solicitadas al menor precio fue la del astillero HDW, en Kiel (Alemania), el cual tenía amplia tradición en la construcción de submarinos, pero que iba a ser la primera vez que se iba a embarcar en el desarrollo de buques de superficie.

La experiencia fue ampliamente favorable para la Armada porque permitió contar con capacidades sustancialmente superiores a las de los buques que reemplazaron. El contrato incluyó la capacitación, repuestos y talleres necesarios para llegar al nivel III de mantenimiento en la mayoría de equipos. Si bien al poco tiempo habrían fallas que dejarían equipos sensibles fuera de servicio en la parte electrónica y habrían otras capacidades que se contemplaron adquirir y nunca se lograron materializar, fue la primera vez que la Armada logró llegar a nuevos niveles de diseño y adquisición de capacidades estratégicas en el estado del arte.

En la actualidad, las fragatas clase "Almirante Padilla" conservan un elevado nivel de mantenimiento y fueron actualizadas en sus sistemas principales durante el Plan Orión Fase I, en cuanto a casco, plataforma y sensores, mientras que el Plan Orión Fase II, en cuanto a armamento, con el fin de alargar su vida útil por 20 años más.

---

<sup>57</sup> ROMERO, Edgar. Toma de decisiones para la adquisición de las FS-1500. Observación inédita. Bogotá, 2013.



Ilustración 9. ARC Antioquia y ARC Caldas después de reparaciones del Plan Orión

Fuente: Archivo fotográfico Plan Orión

6.1.3.3 El ARC Gloria. Si bien su adquisición (1968) fue previa a los planes Tridente y Neptuno, y no cuenta con capacidades de defensa, se enmarca en este modelo de adquisición, dado que se definió qué tipo de buque se quería, se determinaron unas capacidades y hubo una comisión inspectora durante el proceso de adquisición, construcción y pruebas del buque. Así mismo, se desarrolló un programa de entrenamiento y se estableció una cadena de suministros. Gracias a lo anterior, el buque ha mantenido su elevado nivel operacional hasta la actualidad.

## **6.2 Las capacidades de diseño**

Con la creación de COTECMAR, el país logró un salto estratégico. Hasta ese entonces las capacidades de la Armada habían permitido llegar hasta el diseño conceptual y luego salir al mercado internacional a buscar el buque que supliera mejor las necesidades, mediante el juicio de expertos, pero no existían capacidades para evolucionar dentro de la espiral de diseño del buque hacia la construcción, ni se habían implementado modelos de toma de decisiones, que optimizaran la relación costo-efectividad.

Para la construcción de las patrulleras de apoyo fluvial pesadas se exploró el mercado internacional, con el fin de tener parámetros comparativos, pero en la fase de análisis para el planeamiento de fuerza, se hizo evidente que no existía un buque que satisficiera

la función objetivo dentro de las restricciones impuestas al proyecto<sup>58</sup>. En el país, sólo existían buques de cabotaje para transporte de ganado y mercancía en general, del otrora servicio naviero – SENAR, que habían sido adaptados como buques nodriza para el transporte de tropa mediante un blindaje en áreas sensibles de la unidad, el cual estaba compuesto por tres láminas de ¼” con 2 cm de arena entre una y otra, elevando el centro de gravedad del buque y adicionando un peso extra del 10%, reduciendo su desempeño operacional<sup>59</sup>.



Ilustración 10. Patrullera de apoyo fluvial adaptada de un buque de cabotaje fluvial

Fuente: Autor

En virtud de lo anterior, hubo que diseñar las patrulleras fluviales desde el inicio de la espiral de diseño. Para tal efecto, se consultó con los usuarios finales, es decir, oficiales de Infantería de Marina con experiencia en combate fluvial y oficiales navales que hubiesen sido Comandantes de buques fluviales. Se definieron principalmente unas capacidades de transporte de tropa, unas facilidades de bienestar y unas áreas claves de protección con blindaje. COTECMAR recogió esas necesidades y las convirtió en la primera aproximación de unas “Especificaciones de desempeño y Restricciones al diseño”, que derivaron en el diseño preliminar. En 1998 el buque fue abanderado y destinado a apoyar las operaciones de control fluvial en el Río Atrato.

<sup>58</sup> TASCÓN, Oscar. Metodología racional de toma de decisiones. Trabajo de grado Curso de Estado Mayor. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2007. P. 24.

<sup>59</sup> SERRANO, Javier. Evaluación de la estabilidad, sistema de propulsión y sistema de gobierno del ARC Manacacías para optimizar su desempeño operacional en el Río Meta. XXI Congreso Panamericano de Ingeniería Naval. Montevideo, 2009.

La gran evolución para el planeamiento de la segunda generación de estos buques radicó en que los dos primeros (ARC Guillermo Londoño y ARC Senen Araújo) fueron explotados al máximo de sus capacidades operacionales al ser sometidos al combate.

En el área de Vigía del Fuerte sobre el Río Atrato el ARC Guillermo Londoño fue atacado por terroristas de las FARC, entre una serie de múltiples atentados. Los buques respondieron satisfactoriamente y los ingenieros de COTECMAR recogieron los resultados de las experiencias de las tripulaciones de estos buques con el fin de validar lo que había sido exitoso y rediseñar los sistemas que evidenciaron deficiencias, desarrollando la nodriza de segunda generación<sup>60</sup>.

A medida que se construía cada buque se iban incorporando las recomendaciones de las tripulaciones que eran viables técnicamente y se logró una evolución tecnológica que buscaba darle al buque mayor flexibilidad operacional y elementos de comunicaciones y control de armas que no tenían sus antecesoras<sup>61</sup>. Colombia se fue haciendo a un merecido reconocimiento internacional en la construcción naval de buques fluviales militares. Sin embargo, el diseño del casco y la distribución al interior del buque era muy similar a su versión inicial.



Ilustración 11. Patrullera de apoyo fluvial de primera generación ARC Londoño

Fuente: Archivo fotográfico Fuerza Naval del Caribe

<sup>60</sup> CARREÑO, Jorge. Buques Patrulleros de Apoyo Fluvial para la Armada República de Colombia: un proyecto en evolución. Documentos de trabajo COTECMAR. Cartagena de Indias, 2005. P. 3.

<sup>61</sup> SAUMETH, Erich. Patrulleras de apoyo fluvial de la Armada República de Colombia. Universidad Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Minas Gerais), 2011.



Ilustración 12. Patrullera de apoyo fluvial de segunda generación ARC Tony Pastrana

Fuente: Archivo fotográfico COTECMAR

La apuesta de COTECMAR por la formación de su personal al más alto nivel desembocó en una propuesta completamente nueva para estos buques, que dejaron de llamarse buques nodriza para convertirse en patrulleras de apoyo fluvial pesadas. El cambio no era sólo de nombre, era de empleo operacional y desarrollo de nuevas capacidades. El buque dejó de ir detrás del elemento de combate fluvial cumpliendo una labor meramente logística, para convertirse en un buque de combate que iba al frente de la formación, escoltando a los botes del elemento y enfrentando directamente al enemigo, gracias a su nivel de blindaje, desarrollado al interior de COTECMAR, así como a la precisión de sus armas instaladas, capacidad lograda mediante un sistema electro-mecánico completamente desarrollado al interior del Departamento de Armas y Electrónica de la Base Naval ARC Bolívar por oficiales navales.

La tercera generación de las patrulleras fluviales pesadas incorporó nuevas tecnologías como el diseño *stealth*, cuyas formas inclinadas permiten, en caso de combate, descomponer la fuerza de impacto del proyectil, beneficiando el nivel de supervivencia de la unidad. Se logró reducir el diámetro táctico a una sola eslora, gracias a la incorporación de las bombas *Schottel* para el sistema de propulsión y gobierno, a la vez que incrementó la confiabilidad de estos sistemas en aguas bajas, dado que no afloraba ningún apéndice del casco. A nivel de confort, se redujeron los ruidos en alojamientos y cámaras de descanso debidos a que no habían hélices que indujeran ruido por cavitación. Finalmente se reforzó la cubierta 01 para incorporar la capacidad de recibir y

lanzar helicópteros medianos, incluyendo su reaprovisionamiento abordo. Al interior de COTECMAR se optimizó el diseño gracias a la implementación de las herramientas computacionales adquiridas, la potencia instalada y el consumo de combustible gracias a los ensayos del modelo a escala un tanque de pruebas y los procesos constructivos gracias a la implementación de la arquitectura modular, que permitió construir un buque completo en un año<sup>62</sup>.



Ilustración 13. Patrullera de apoyo fluvial de tercera generación ARC Jorge Moreno

Fuente: Archivo fotográfico COTECMAR

El éxito de esta patrullera fluvial como innovación tecnológica, le permitió a COTECMAR explorar nuevos mercados y diseñar nuevas formas de superestructura conservando el diseño básico del casco, ofreciendo buques fluviales hospital, buques de transporte de contenedores para el Río Magdalena, buques taller que sirvan como aulas de clase móviles para el SENA, entre otros, que aún se encuentran en proceso de mercadeo y negociación para iniciar su construcción.

Paralelamente, COTECMAR, en tan sólo trece años desde su creación, ha desarrollado múltiples productos para atender tanto las necesidades de la Armada como otras necesidades dentro del sector marítimo. Para efectos de la mejora en el proceso de adquisición de buques por parte de la Armada, objeto del presente trabajo de grado, sólo se considerarán las unidades navales y fluviales de reciente adquisición sobre las que se

---

<sup>62</sup> CARREÑO, Jorge. Buques Patrulleros de Apoyo Fluvial para la Armada República de Colombia: un proyecto en evolución. Documentos de trabajo COTECMAR. Cartagena de Indias, 2005. P. 3

debe mejorar el proceso de planeación y diseño, con miras a los buques que serán adquiridos hacia el futuro.

### **6.3 Los contratos recientes de buques usados**

En principio la Armada no compra buques usados, dado que, por experiencia adquirida, ha quedado entendido que en la mayoría de los casos ha representado unos elevados costos en mantenimiento, operación y ciclo de vida de las unidades; así mismo, en virtud a que se cuenta con la capacidad de hacer buques nuevos, diseñados de conformidad con las necesidades institucionales, por parte de COTECMAR, su astillero natural. Sin embargo hay tecnologías que aún no han sido apropiadas por el astillero o que no hacen parte de sus líneas de negocio<sup>63</sup>, razón por la cual la Armada se ve avocada a revisar el mercado de buques usados. Adicionalmente este aparte presenta diversas estrategias de compra, de acuerdo con el tipo de unidad que se va a adquirir.

#### **6.3.1 Submarinos 206A**

La Armada logró un éxito estratégico con la adquisición de estas unidades al gobierno alemán, duplicando sus capacidades estratégicas. La principal capacidad radica en que los torpedos de penúltima generación, DM2-A3, son compatibles para los submarinos 209, así como para los 206A. Igualmente cuentan con tres sonares, lo que facilita la resolución del problema de tiro, aunque con unas capacidades inferiores a las de los 209, que cuentan con el sistema de armas más reciente<sup>64</sup>.

En estos casos no hubo un proceso de toma de decisiones sino un costo de oportunidad que la Armada debía aprovechar, cuya preparación del proyecto hizo a nivel político. Dado que los submarinos, gracias a sus sistemas de sonar, cuentan con una capacidad residual para detectar sumergibles y semisumergibles, se constituían en una excelente plataforma para coadyuvar a combatir el narcotráfico. Para efectos de comparación en costos de inversión, el contrato por los dos submarinos fue por 90 millones de euros,

---

<sup>63</sup> COTECMAR. Plan de Direccionamiento Estratégico 2012 – 2022. Cartagena D.T. y C., 2012.

<sup>64</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan Orión Fase II – Proyectos de inversión. Bogotá, 2012.

cinco veces menos que un submarino convencional de última generación, tipo 214, que es el que está disponible para la venta por parte de Alemania.



Ilustración 14. Ceremonia de abanderamiento Submarinos 206A. 28 Agosto de 2012

Fuente: Archivo fotográfico Plan Orión

Otra consideración cuando los contratos son de un valor tan elevado y con proveedor exclusivo es que debe realizarse mediante un acuerdo gobierno a gobierno. Esta figura permite circunscribir el contrato en el marco de un memorando de entendimiento, mediante el cual, si bien el contrato se da entre la Armada y un empresa extranjera, los gobiernos son garantes del mismo. Para el caso de los submarinos 206A, el gobierno alemán se comprometió a que los trabajos del acuerdo de compra y servicios, así como los precedentes con la industria alemana se llevarían a cabo satisfactoriamente, de conformidad con lo relacionado en la negociación; por su parte el gobierno colombiano se comprometió a responder con los pagos correspondientes.

### 6.3.2 Offshore supply vessel (OSV)

Dado que es un buque convencional, no militar, que se fabrica en serie en algunas partes del mundo y que existen astilleros enfocados en esa línea de negocio, la Armada salió al mercado internacional para su adquisición. Por efectos de disponibilidad presupuestal el buque no se pudo comprar nuevo, razón por la cual se está procurando adquirir uno de los años 90. En estos casos, donde hay múltiples alternativas en el mercado que pueden satisfacer el requerimiento de la Armada, es útil elaborar una

medida total de efectividad deseada, construida a manera de un árbol de decisiones que permita tener indicadores para medir objetivamente las características de las diversas alternativas.

Cabe anotar que un OSV es un producto que no tiene ninguna especificación militar, por lo cual su proceso de adquisición puede agilizarse y no tiene que someterse al demorado proceso FMS (*Foreign Military Sales*) que requiere aprobación del Congreso de Estado Unidos, entre otras. La forma simple para adquirir este buque es a través de la Agencia de Compras en el exterior del Ministerio de Defensa Nacional, con sede en *Fort Lauderdale*. A través de este mecanismo hay dos procedimientos. El primero, al interior del país, es el mismo que se lleva a cabo para adquisición de bienes en Colombia (estudio previo y especificaciones técnicas firmadas por la autoridad competente). El segundo, en Estados Unidos, la agencia consigue tres o más cotizaciones de empresas de ese país y las somete al juicio del comité evaluador que la Armada nombre para tal efecto, de conformidad con el modelo que haya sido elaborado por el comité técnico estructurador. En este caso, se ha mencionado que el país de compra sea Estados Unidos, simplemente porque en la región del Golfo de México se encuentra el mayor mercado de estos buques a nivel mundial, de acuerdo con la investigación realizada al interior de la Jefatura de Planeación.

### **6.3.3 Las corbetas clase *Pohang***

La Armada prevé contar con ocho buques estratégicos tipo PES (Plataforma estratégica de superficie) para el año 2030, con el fin de tener una cobertura superior en sus espacios marítimos bioceánicos, apenas suficiente para el nivel de las amenazas actuales, pero actualmente sólo cuenta con las cuatro fragatas de la clase “Almirante Padilla”<sup>65</sup>. Este ante todo es un ejercicio político. Tanto países que son potencias militares y con fuerte influencia sobre Colombia, así como un alto porcentaje de clase política colombiana, sólo ve a la Armada como un ente de lucha contra el narcotráfico en el mar, cuyos resultados se basan en el número de toneladas que se logren capturar de

---

<sup>65</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. Bogotá, 2012.

las lanchas tipo “go-fast” o de los sumergibles y semisumergibles. De hecho, en el desarrollo del Plan Orión Fase I, hubo que vender que, dado que las fragatas y los submarinos son los tipos de buque con mayor autonomía en el mar, y que esta capacidad les permite coadyuvar más eficientemente en la lucha contra el narcotráfico, era en esta clase de buques que debían centrarse los recursos de inversión<sup>66</sup>.

Por otra parte, dadas las capacidades de los buques tipo OPV (*Offshore patrol vessel*) que se lograron desarrollar a través de COTECMAR, que cuentan con una autonomía muy similar a la de las fragatas y submarinos 209, sustentar ante el nivel político la importancia de crecer en buques con capacidades resolutivas estratégicas es un asunto cada vez más complejo para el mando naval. En virtud de lo anterior, lo más fácil de sustentar es el reemplazo de unidades por término del ciclo de vida de las mismas, mientras se desarrolla una estrategia naval hacia el nivel político que les permita entender la necesidad de unas capacidades resolutivas de última generación. Dentro del modelo de reemplazo de unidades, el buque clase “Pohang” se enmarca fácilmente, dado que puede ser clasificado como buque estratégico, aunque sus capacidades reales sean considerablemente inferiores a las de las fragatas colombianas, razón por la cual muy posiblemente sea el primero en ser reemplazado. De hecho, se está negociando con el gobierno coreano la posibilidad de adquirir un segundo buque de esta misma clase, con el mismo fin de reemplazo hacia 2030.



Ilustración 15. Corbeta clase Pohang

Fuente: Archivo fotográfico ROKN (*Republic of Korea Navy*)

<sup>66</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan Orión Fase II – Proyectos de inversión. Bogotá, 2012

Por otra parte, este proyecto se encuentra ligado al desarrollo de los buques tipo CPV (*Coastal Patrol Vessel*) entre Colombia y Corea, el cual se profundizará más adelante.

#### **6.4 Contratos recientes de unidades nuevas aparte de COTECMAR**

Los astilleros tienen unas líneas de negocio que los hacen competitivos. Si bien la esencia de COTECMAR corresponde a ser el astillero de la Armada, hay unidades navales o fluviales que, por falta de tecnología, capacidades o interés, el astillero no está en capacidad de construir. Uno de estos casos corresponde al fortalecimiento del componente fluvial de la Armada a través de los hovercraft. Esta necesidad nació de la falta de medios para el control fluvial en aguas extremadamente bajas, que se presentan regularmente en múltiples arterias fluviales de la geografía nacional.

Para estructurar el pliego de condiciones, un grupo de expertos definió las necesidades operacionales y técnicas, así como la medida global de costo que deberían llevar estos vehículos. Para tal efecto, el grupo, que al interior de la Armada se le llama comité técnico estructurador, se compuso por oficiales de Infantería de Marina con experiencia en operaciones fluviales y oficiales ingenieros, con habilidad en modelos de decisión, apoyando al personal operativo en la definición de las capacidades técnicas y demás medidas de desempeño que deberían considerarse para estas unidades.

Aterrizando el modelo a la práctica, dentro de esta evaluación suelen presentarse dos limitantes; primero, la falta de verdadera experticia de los miembros del comité, que aplican conceptos personales de sus vivencias en vez de criterios institucionales soportados en doctrina o documentos maestros; segundo, la falta de habilidad para definir las capacidades que debe llevar una unidad, más cuando no hay parámetros de comparación previos al interior de la Institución.

En estos casos, la robustez del estudio de mercado que haya adelantado el gerente del proyecto será fundamental para tomar herramientas de valor que permitan visualizar las

medidas de desempeño necesarias para construir la medida total de efectividad del nuevo medio a adquirir. El siguiente gráfico muestra la estructura de la medida total de efectividad llevada a cabo para el proceso de adquisición de los hovercraft.

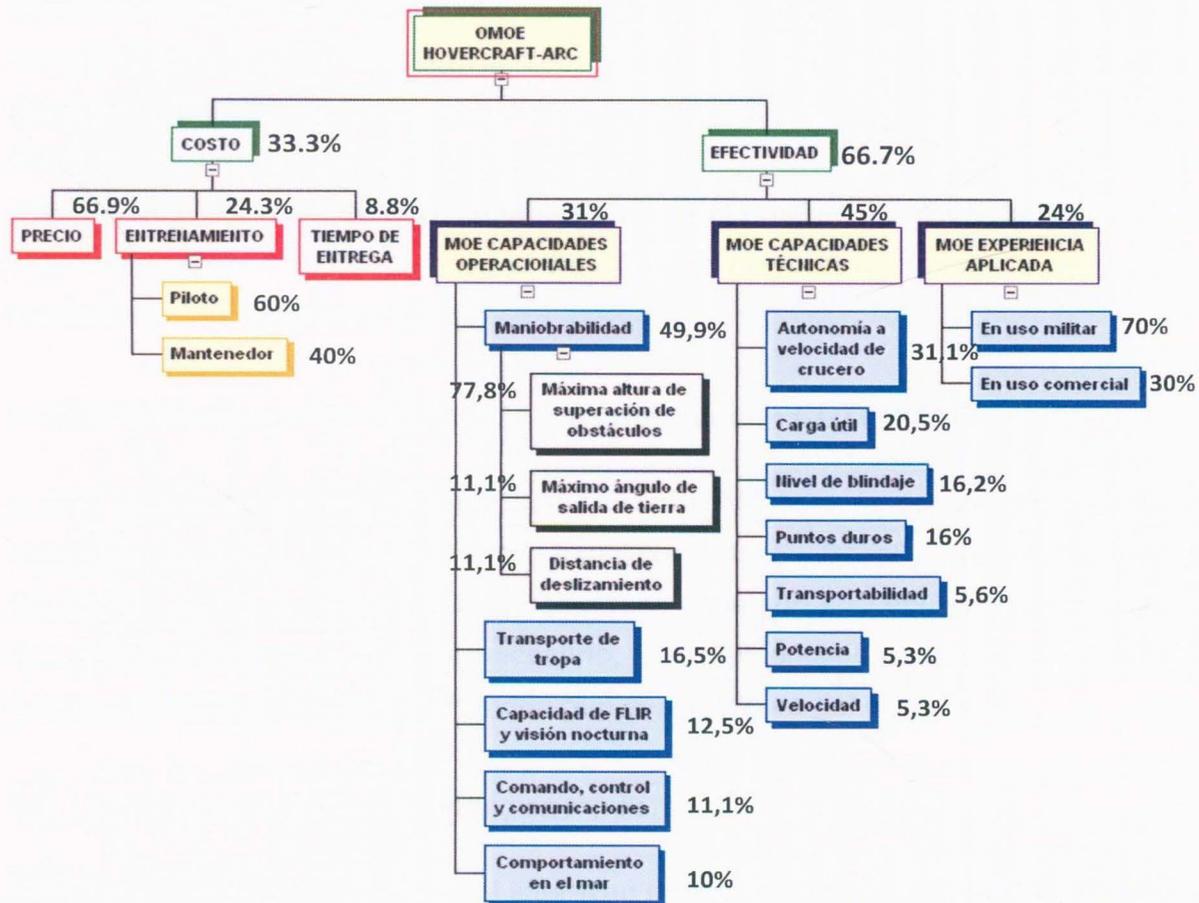


Gráfico 1 Medida total de efectividad implementada para la evaluación de alternativas de vehículos tipo hovercraft para la Infantería de Marina<sup>67</sup>

Fuente: Autor

Con el fin de evitar que los valores implementados dentro del modelo sean impuestos por un mando superior con criterios eventualmente subjetivos, cada uno de los expertos completa el árbol de acuerdo con su experiencia y experticia. Una vez se cuenta con las cinco o más evaluaciones, las herramientas computacionales disponibles permiten

<sup>67</sup> SERRANO, Javier, et al. Trabajo de proceso de toma de decisiones para la asignación de recursos. Curso de Estado Mayor – Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2013. Pp. 7-8.

combinar todos los criterios, obteniendo unos valores promedio que son presentados de forma inicial a los jefes de las jefaturas involucradas en la compra, donde se efectúan las revaluaciones o validaciones necesarias que llevan a una segunda y definitiva ronda de validación en el Consejo de Almirantes<sup>68</sup>. Una vez avalado, el modelo de decisión es asumido por el comité técnico evaluador que lo toma como referencia para evaluar las alternativas presentadas.

Dependiendo del oferente que salga beneficiado el producto se compra a través de un acuerdo gobierno a gobierno, con el fin de tener mayores garantías, o en su defecto mediante una contratación directa.

## **6.5 Los contratos recientes de unidades nuevas con COTECMAR**

A raíz de los recientes contratos con COTECMAR para la construcción de buques patrulleros de costa, buques de apoyo logístico costero – fluvial y lanchas patrulleras de río, se hizo evidente que hay pasos del proceso que son susceptibles de mejora en pro de optimizarlo y revisar, si fuera necesario, la implementación de una nueva estructura dentro de la organización de la Armada que se encargara del proceso.

### **6.5.1 Paso 1: La planeación estratégica mediante la prospectiva**

La Armada ha desarrollado, bajo el liderazgo de la dirección de planeación estratégica y con el aval del mando naval, documentos de prospectiva en los cuales se han plasmado no sólo los lineamientos, capacidades y amenazas actuales, sino que se han desarrollado unos análisis de escenarios donde los medios navales, es decir los futuros buques, han sido proyectados<sup>69</sup>.

---

<sup>68</sup> Consejo de Almirantes: Corresponde a la máxima autoridad sobre decisiones estratégicas de la Armada República de Colombia. Se efectúa cada vez que el Comandante de la Armada convoca a reunión al grupo de oficiales de insignia, la cual puede ser de carácter ordinario o extraordinario. Para efectos de todos los proyectos de inversión, incluyendo la planeación y adquisición de buques, que se hacen al interior de la Institución, requieren la aprobación de este Consejo.

<sup>69</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. Bogotá, 2012.

Estos análisis de prospectiva estratégica, que derivan su nombre de la forma racional de prever la acción futura, están basados en la escuela voluntarista francesa, impulsada por el profesor de la Universidad de la Sorbona *Michael Godet*, en la cual se parte desde el presente para visualizar los posibles escenarios futuros. Dentro de ellos, hay unos a los que se quiere llegar y otros a los que no, así que la estrategia y la definición de las líneas de acción y los medios para lograrlo se enfocan al escenario en el que se quiere estar<sup>70</sup>. Lo anterior significa que la planeación de los buques ya tiene una primera referencia en los planes de desarrollo. Sin embargo, es evidente que estos buques no son sino una abstracción conceptual de algo que se quiere, pero que están lejos de materializarse, a no ser por aquellos buques que ya están definidos y que han sido construidos en el pasado, que sólo están siendo objeto de mejoras, con el fin de completar las capacidades definidas en los planes correspondientes.

Por su parte, COTECMAR acompaña a la Armada en el desarrollo de esta prospectiva estratégica, abordando soluciones que le apunten al diseño de los buques que habrán de necesitarse en el futuro. Para tal efecto la presidencia de la Corporación está liderada por un oficial de insignia, que tenga claridad de las intenciones del mando actual y de las previsiones sobre el planeamiento de fuerza. En concordancia con lo anterior, el plan de desarrollo de COTECMAR establece en su propósito "liderar el desarrollo científico y tecnológico de la Armada, satisfaciendo las necesidades de soporte y evolución de su flota ..."<sup>71</sup>. Cabe anotar dos observaciones al respecto; primero, la Armada tiene múltiples líneas de investigación que están por fuera de lo que la industria naval puede ofrecer, dado que no es sino uno de los intereses marítimos; segundo, que este liderazgo no debe darse exclusivamente al interior de COTECMAR, sino que debe incluir no sólo al personal operativo para considerar sus experiencias en una etapa conceptual, sino al personal técnico de la Armada a lo largo de la espiral de diseño hasta el nivel contractual, con el fin de armonizar los conceptos entre lo que el astillero puede ofrecer y lo que la Armada necesita.

---

<sup>70</sup> GODET, Michael. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique. Paris, 2000. P. 8.

<sup>71</sup> COTECMAR. Plan estratégico 2012-2015. Cartagena de Indias, 2011. P. 11.

## 6.5.2 Paso 2: Las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño

Los astilleros desarrollan algunos buques a nivel conceptual, con el fin de ir un paso más allá de sus potenciales clientes y tener alternativas de solución a la definición de sus necesidades. COTECMAR desarrolla un trabajo conjunto con la Armada, en el cual se hace una primera aproximación al buque deseado. De antemano, ya ha consultado sobre buques tipo y tiene un espectro general a manera de estudio de mercado; sin embargo, la primera parte del trabajo se enfoca en la definición de la misión y los roles, entendidos como los tipos de operación que va a desarrollar. Para tal efecto se hacen reuniones entre las partes, básicamente con personal de la Armada con experiencia en un buque similar al deseado, lo que permite construir la medida total de efectividad, la cual tiene múltiples componentes dependiendo del peso específico de cada capacidad del buque.

6.5.2.1 La construcción de la medida total de efectividad. Primero cabe definir los conceptos de manera sucinta. Las medidas de efectividad (MOE) describen qué tan efectivo será el buque en el cumplimiento de su misión dentro de los escenarios en los que se desenvuelve<sup>72</sup>. Por ejemplo, los patrulleros de costa (CPV) se desempeñan en operaciones de control del tráfico marítimo, búsqueda y rescate, interdicción marítima, entre otros. Para cada tipo de operación las medidas de efectividad contribuirán de forma diferente al cumplimiento de la misión. Por su parte, las medidas de desempeño (MOP) definen las capacidades del buque, independientemente de la misión que esté desempeñando, como consecuencia de la configuración de los sistemas y equipos que lo componen<sup>73</sup>, tales como la máxima velocidad, el alcance, la autonomía, etc<sup>74</sup>.

Las reuniones de expertos presentan, de por sí, diferencia de opiniones ya que el grupo es definido como un “conjunto de individuos con preferencias conflictivas”<sup>75</sup>, dado que

---

<sup>72</sup> BROWN, Alan & THOMAS, MARK. Reengineering the naval ship concept design process. From research to reality in ship system engineering symposium. American Society of Naval Engineers. Monterey (CA), 1998. P. 2.

<sup>73</sup> *Ibíd.*

<sup>74</sup> Para una consulta en profundidad sobre los conceptos de medida de efectividad y medida de desempeño, así como una metodología de construcción de la medida total de efectividad se recomienda: TASCÓN, Oscar. Metodología racional de toma de decisiones. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2006.

<sup>75</sup> WHITCOMB, Cliff. Module 4-5 Group Decision Making. En: TASCÓN, Oscar. Metodología racional de toma de decisiones. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2006.

tienen intereses y experiencias disímiles, por lo cual se presenta una especial dificultad para la toma de decisiones a nivel grupal. En todo caso, las reuniones de expertos tienen un límite en el tiempo y más que existir un acuerdo, existe una intención entre las partes por hacer el trabajo bien. Este grupo es nombrado por el Segundo Comandante de la Armada acuerdo propuesta hecha por la Jefatura de Planeación, procurando escoger oficiales con experiencia en la misión que ha de desarrollar el nuevo buque, así como oficiales de las jefaturas que se prevé que vayan a estar involucradas en el proceso. Por su parte, COTECMAR participa con personal con experiencia en planeación proyectos de buques, principalmente de la oficina de I+D+i<sup>76</sup>.

La reunión inicia con la definición de la misión o grupo de misiones, dado que una Armada tiene múltiples roles, a la vez que una capacidad limitada de crecimiento de la flota, lo cual implica una consideración amplia de capacidades deseables en el desempeño de sus unidades a flote. A partir de este concepto general, los expertos van aportando, a manera de lluvia de ideas, lo que consideran que debería incluirse dentro del nuevo buque, lo cual se suma a la labor previa de investigación de mercados que haya desarrollado COTECMAR, así como algunos de los miembros de la Armada, de acuerdo con su experiencia y experticia.

Por otra parte, el moderador, quien suele ser la persona con más experiencia en el desarrollo de los modelos de toma de decisiones, socializa el diagrama de afinidad construido en el dominio usuario<sup>77</sup>, el cual se adjunta para consulta en el Anexo A. Una vez hay un panorama amplio, los expertos organizan la medida total de efectividad a manera de un árbol de decisiones, clasificando en grupos independientes lo relativo al costo, las capacidades técnicas y las capacidades operacionales, aunque podrían ser más grupos de afinidad, dependiendo del tipo de unidad.

En esta etapa hay dos oportunidades de mejora: primero, el personal nombrado por Armada no siempre es experto, sino representantes de éste, lo que resta capacidad en

---

<sup>76</sup> I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación.

<sup>77</sup> Tomado de: TASCÓN, Oscar. Metodología racional de toma de decisiones. Trabajo de grado Curso de Estado Mayor. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2007. P. 44.

la generación de ideas y en la sofisticación del modelo. Segundo, todas las medidas de efectividad, medidas de desempeño y variables planteadas se consideran válidas, siendo el único filtro de descarte aquella medida que el grupo defina como innecesaria para el modelo, pero sin aplicar una metodología más racional en el proceso de filtrado.

6.5.2.2 La ponderación de la medida total de efectividad. La evaluación del peso específico de las medidas de desempeño y las medidas de efectividad se definen de manera grupal. Ya se han mencionado las dificultades de las decisiones grupales, que radican en los intereses individuales de los miembros que los conforman. Sin embargo, en el modelo actual hay dos herramientas que permiten llegar a un consenso.

La primera herramienta es el nivel de experticia en cada medida de desempeño. Por lo general hay un experto que domina con más profundidad la medida que se está evaluando que el resto, así que ese es el que define el nivel de importancia y el resto del grupo hace observaciones menores. La parte positiva es conocer la medida de desempeño y valorarla dentro del conjunto con base en criterios y fundamentos con cierto nivel de objetividad; la parte negativa es que se acaba imponiendo un valor que se da a manera de pulso entre los expertos, por lo que cada uno considera que es más importante dentro de la evaluación de la medida total y porque los expertos sólo dominan su propio espectro dentro del buque y no lo conceptúan a manera global, como propone la ingeniería sistémica, que ha sido la orientadora de la metodología, en la medida que el buque es concebido en una aproximación del diseño, creación y operación de sistemas complejos que interactúan entres sí<sup>78</sup>.

La segunda herramienta al interior de este comité es la jerarquía militar, que permite al moderador, que suele ser el oficial de mayor antigüedad, llamar la atención entre los expertos participantes, con el fin de llegar a un consenso. La parte positiva es que se agiliza el trabajo y se toman decisiones que permiten ir construyendo la medida total de efectividad, la parte negativa es el grado de subjetividad que se aplica en el modelo de decisión. A manera de ejemplo, para ilustrar el concepto, se presenta el árbol de

---

<sup>78</sup> DUREN, Bernard & POLLARD, James. Total ship system engineering, vision and foundations. Naval Surface Warfare Center. Dahlgren (VA), 1995. P. 7.

decisión consensuado por el grupo de expertos de Armada y COTECMAR para definir el buque tipo CPV con Corea, haciendo énfasis en el rol específico de control de fronteras, que se definió como el principal para el buque.

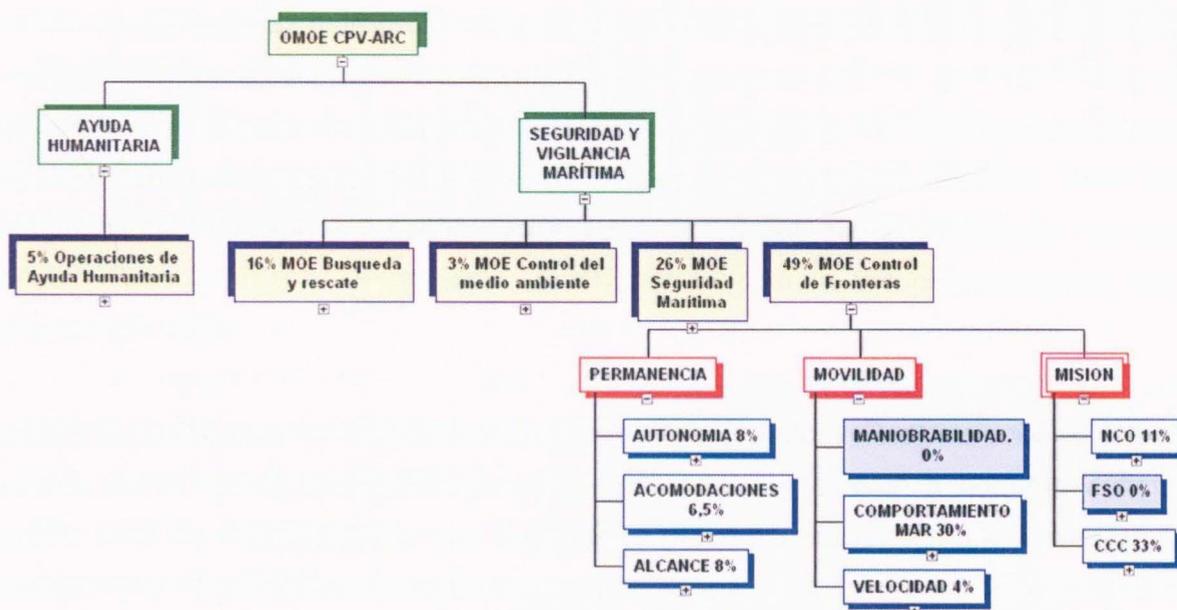


Gráfico 2. Estructura jerárquica de la medida total de efectividad CPV Corea

Fuente: Autor

En virtud de lo anterior, hay una oportunidad de mejora en la forma como son evaluadas las medidas de desempeño y las medidas de efectividad dentro de la medida total de efectividad, con el fin de lograr valores que puedan traducir la subjetividad de cada individuo en un valor objetivo, que comparado con el resto del grupo arroje un valor de la medida con sustento matemático y conformidad de los expertos respecto a sus intereses y los del grupo. Lo anterior permitiría que cualquiera de los miembros del grupo pudiera explicar y sustentar los valores de la medida total de efectividad.

6.5.2.3 Las dimensiones principales. Una vez definida la misión del buque, así como sus roles y capacidades, dentro de la medida total de efectividad, se requiere definir las características que serán restricciones al diseño, ya sea por asuntos misionales o por restricciones económicas. El siguiente ejemplo ilustra ambos casos. En asuntos

misionales, en el reciente contrato para la compra de dos buques tipo BALC-F<sup>79</sup>, reemplazo de los buques tipo LCU, la eslora debía maximizarse con el fin de cargar el mayor número de contenedores posible sobre la cubierta principal, pero el buque también debía ser maniobrable en el río para un giro de 180 grados, razón por la cual el estudio de las cuencas hidrográficas fue decisivo para determinar la eslora definitiva<sup>80</sup>.

Siguiendo con el mismo ejemplo, en asuntos económicos, el mando naval tuvo la intención que el buque desarrollara 11 nudos de velocidad máxima, pero este requerimiento implicaba una configuración superior del sistema de propulsión que hacía inviable financieramente el proyecto, razón por la cual la velocidad máxima fue ajustada a 9 nudos.

6.5.2.4 El documento de Especificaciones de Desempeño y Restricciones al Diseño. Cuando se va a salir al mercado internacional a buscar el bien a adquirir, definir la medida total de efectividad con sus respectivos porcentajes, así como las dimensiones principales en virtud de las restricciones misionales y económicas, sería una herramienta suficientemente completa para sólo entrar a evaluar las alternativas, tal como se mostró en la Figura 1, referida a los hovercraft. Sin embargo, cuando el bien a adquirir es un buque para la Armada que va a ser construido por COTECMAR, se requiere hacer una aproximación que al menos defina conceptualmente los equipos y sistemas deseados. Para tal efecto, el grupo se divide por partes, en principio, las que cada uno domina con mayor profundidad, procurando abarcar los componentes que integran cada una de las medidas de desempeño, al igual que las características principales y el concepto general de los sistemas y equipos, para lo cual se toman trabajos de buques que puedan servir como referencia o los que han sido desarrollados dentro de los estudios de planeación inicial, principalmente hechos por COTECMAR.

---

<sup>79</sup> BALC-F. Buques de apoyo logístico costero y fluvial. En algunos documentos de la Armada estos buques son denominados como BDA (Buques de desembarco anfibio), sin embargo, sus características de diseño y sus capacidades lo enmarcan como un buque tipo LCU (*Landing Craft Unit*), el cual va embarcado en el área inundable del buque de desembarco anfibio y hace transporte de personal y material desde el buque hacia tierra.

<sup>80</sup> ARANÍBAR, Luis y CALLAMAND, Rafael. Análisis de requerimiento mediante la aplicación de AHP como base para el desarrollo del diseño conceptual de un buque tipo LCU. Revista Buques. Año 2 – No. 3 – Vol. 2. Cartagena de Indias, 2008. P. 53.

Pese a contar con información previa y haberse definido una medida total de efectividad, este trabajo carece de la profundidad deseable, primero, porque es hecho en un par de días por máximo tres personas por grupo estructural; segundo, porque el documento suele estar basado en documentos previos, que son susceptibles de estar obsoletos, de no apuntar a las misiones del nuevo buque y de restringir a quienes lo redactan a sólo modificar información del documento base; tercero, porque esta es la etapa final de un trabajo que ha durado al menos tres días y como para muchos de los expertos esta es una asignación temporal, por fuera de sus funciones principales, el trabajo queda débil en cuanto a conceptos técnicos profundos o es relegado en manos de un subalterno que no participó en todo el ejercicio y no tiene el concepto sistémico del buque; cuarto, el documento carece de autoridad, puesto que si acaso es firmado por los miembros del comité que participó en las reuniones, pero no representa la orden de la Jefatura de Operaciones Navales, como usuario de los buques, ni la de la Jefatura de Material Naval, como el ente encargado de su mantenimiento.

A partir del término de estas reuniones de varios días entre la Armada y COTECMAR, es donde se presenta el principal problema de la metodología actual, dado que la parte de la Armada en este comité, que estuvo debatiendo e interactuando en la definición conceptual del nuevo buque, no suele seguir involucrada dentro del proyecto, sino que vuelve a sus cargos habituales.

Por el contrario, COTECMAR, a partir del documento definitivo de especificaciones de desempeño y restricciones al diseño, evoluciona completamente solo hacia la estructuración del diseño preliminar del nuevo buque. Esta etapa entre el diseño conceptual, resultado del documento final firmado, hasta el diseño preliminar, cuando COTECMAR hace una propuesta que ya involucran algunos planos generales, la cual suele ser varios meses, dependiendo del tipo de buque, debería contar con acompañamiento y trabajo de la Armada, especialmente de los que participaron en el diseño conceptual, para que la intención del armador sobre su buque se vea reflejada en la siguiente etapa de la espiral de diseño.

### 6.5.3 Paso 3: La inscripción y validación del proyecto

La definición de los buques que requiere la Armada República de Colombia en el futuro sólo es posible mediante la financiación respectiva, la cual se logra mediante la asignación de recursos en las correspondientes leyes de presupuesto, de acuerdo con el alcance en el tiempo del proyecto.

Una vez COTECMAR ha entregado el diseño preliminar a la Armada ya hay un precio ROM (*Rough order of magnitude*) del buque y una aproximación sobre cómo sería su construcción en el tiempo, de tal manera que se puede ajustar un flujo de caja, que es el primer paso para matricularlo en el banco de proyectos de inversión del DNP (Departamento Nacional de Planeación), con la debida justificación del gerente del proyecto, en lo que se denomina como el Estudio Previo<sup>81</sup>.

Para que el proyecto ya justificado y definido preliminarmente se convierta en realidad, debe someterse a revisión ante tres comités:

6.5.3.1 Estudio Previo. Este estudio corresponde al conjunto de documentos que sirven de soporte para la elaboración del pliego de condiciones, de manera que los proponentes puedan valorar adecuadamente el alcance de lo requerido por la entidad, así como la distribución de riesgos que se propone<sup>82</sup>. El Decreto 2474 de 2008 establece el contenido mínimo de los estudios previos de la siguiente manera:

- 1) La descripción de la necesidad que se pretende satisfacer con la contratación.
- 2) La descripción del objeto a contratar, con sus especificaciones y la identificación del contrato a celebrar.
- 3) Los fundamentos jurídicos que soportan la modalidad de selección.
- 4) El análisis que soporta el valor estimado del contrato, indicando las variables

<sup>81</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ficha BPIN del proyecto "Adquisición de unidades especiales para cobertura fluvial y marítima a nivel nacional". Bogotá, 2011.

<sup>82</sup> ORDÓÑEZ, Alejandro et al. Recomendaciones para la elaboración de Estudios Previos. Procuraduría General de la Nación. Bogotá, 2010.

utilizadas para calcular el presupuesto, así como su monto y los costos asociados.

5) La justificación de los factores de selección técnicos y económicos que permitan identificar la oferta más favorable.

6) El soporte que permita la tipificación, estimación y asignación de los riesgos previsible que puedan afectar el equilibrio económico del contrato.

7) El análisis que sustenta la exigencia de garantías destinadas a amparar los perjuicios de naturaleza contractual o extracontractual, derivados del incumplimiento del ofrecimiento o del contrato.

A nivel de proyecto como tal, el primer numeral, descripción de la necesidad, es el que relaciona todo el proceso adelantado en las fases anteriores y debe incluir:

- a) La prospectiva que haya hecho la Armada respecto del nuevo buque, así como el fundamento de la necesidad del nuevo buque plasmada en los planes de desarrollo de mediano y largo plazo de la Institución.
- b) Las alianzas con uno u otro país para el desarrollo del buque.
- c) El valor agregado que represente el proyecto.
- d) Los impactos que se vayan a causar a nivel científico, tecnológico y económico, , tanto al interior de la Armada, como en los sectores industriales y académicos.
- e) Las coordinaciones que se hayan hecho entre la Armada, COTECMAR y demás actores del proyecto para el planeamiento y planteamiento de los diseños conceptual y preliminar del buque.
- f) El valor del proyecto, con el flujo de caja correspondiente.

6.5.3.2 Dirección de Seguridad y Justicia del Departamento Nacional de Planeación. Son un grupo de tecnócratas en proyectos de inversión que analizan si el impacto que el proyecto promete efectivamente cumplirá las expectativas.

Dada la experiencia de los funcionarios nombrados en múltiples proyectos del sector defensa, concentran su evaluación en aspectos misionales, operacionales y técnicos, confrontándolos con la política de defensa, la situación económica del país, el impacto

hacia el crecimiento económico, el impacto social y la aplicación tecnológica correspondiente<sup>83</sup>. Si el proyecto es avalado sigue hacia los otros dos comités, en caso contrario es devuelto al Ministerio de Defensa.

Para este comité, el gerente de proyecto nombrado por la Armada es la persona que lo sustenta. Dado que ya ha estructurado el estudio previo, conoce los antecedentes, la necesidad y el impacto, y tiene la capacidad de presentar el proyecto ante el comité. Sin embargo este conocimiento suele ser muy general porque no ha trabajado en el lapso entre el diseño conceptual y el diseño preliminar, lo que hace que carezca de información suficiente para hacer una sustentación más sólida y deba limitarse a generalidades que pueden afectar la aprobación del proyecto cuando en el grupo del DNP se encuentran verdaderos expertos en el tema.

6.5.3.3 Revisión del Consejo de Almirantes. Una vez el proyecto cuenta con el aval de DNP, garantiza que se encuentra bien estructurado y permite organizar una presentación del proyecto ante Consejo de Almirantes. Esta reunión tiene como fin presentar el diseño preliminar y recibir observaciones del mando con el fin de satisfacer las misión y roles que le fueron definidos. Las observaciones son registradas por el gerente del proyecto con el fin de socializarlas con COTECMAR en reuniones futuras, que ya hacen parte de la estructuración del diseño contractual. Lo que es susceptible de mejorar es el nivel de la participación del Consejo de Almirantes en el diseño preliminar del buque, primero porque son observaciones generales que pueden o no tenerse en cuenta en el diseño contractual; segundo, porque las opiniones son hechas dentro de la misma reunión y no cuentan con una revisión previa que les permita llenarse de herramientas y conceptos para que las observaciones tengan una base más fundamentada, de acuerdo con sus conocimientos y experiencia.

6.5.3.4 Comité técnico del Ministerio de Defensa. Es presidido por el Viceministerio para la estrategia y la planeación en compañía de la Secretaría General del Ministerio. Lo componen los directores de Contratación Estatal, Planeación y Presupuesto, Ciencia y

---

<sup>83</sup> Departamento Nacional de Planeación. Política de Consolidación de la Seguridad Democrática: Fortalecimiento de las capacidades del sector defensa y seguridad. Bogotá, 2007. P. 15.

Tecnología, Asuntos Jurídicos, así como los Comandantes de las respectivas fuerzas, sus jefes de planeación y el Comandante General con su Jefe de Estado Mayor.

En esta presentación se revisa que el proyecto haya sido correctamente estructurado, que los recursos de inversión sean concordantes con los precios del mercado del bien a adquirir y se propone la forma de adquisición del bien. Cuando se trata de un contrato con COTECMAR, se hace contratación directa y la unidad contratante y responsable por la adquisición del buque es la Dirección de Contratación Estatal del Ministerio de Defensa. Si el proyecto es aprobado se avala el flujo de caja y se hace la previsión de vigencias futuras con el Ministerio de Hacienda si dura más de un año, como suelen ser la mayoría de proyectos de buques. En caso contrario es devuelto a la Armada.

Esta presentación es hecha por el Jefe de Planeación Naval con apoyo de la Dirección de Proyectos Especiales. Dado que hay un desconocimiento general en el auditorio sobre los asuntos técnicos del proyecto, se hace relativamente simple la sustentación. En todo caso, en esta etapa es donde se hace la propuesta inicial de la transferencia de tecnología que aplique dentro del proyecto, ya sea como convenio de cooperación industrial (*offset*) o mediante algún otro mecanismo.

Cabe anotar que el hecho que se haga un contrato con COTECMAR, no exime a un proyecto de construcción naval, de considerar los costos de *offset* (aproximadamente un 5% del valor total del contrato), toda vez que estas compensaciones tecnológicas, que se dan cada vez que el país compra material de guerra a un país extranjero por más de un millón de dólares, se le pueden aplicar a subcontratistas extranjeros de empresas nacionales, como sería el caso de COTECMAR<sup>84</sup>. Lo anterior, más que un sobre costo, es una oportunidad de apropiar nuevos conocimientos, capacidades y tecnologías, para fortalecer sectores de la industria nacional que se identifiquen como los estratégicos para los retos futuros. El proyecto para la construcción de la PES (Plataforma

---

<sup>84</sup> Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 3522 – Lineamientos generales para la implementación de acuerdos de cooperación industrial y social – *offsets* – relacionados con adquisiciones en materia de defensa en Colombia. Bogotá, 2008. P. 2.

Estratégica de Superficie) implica múltiples tecnologías y desarrollos<sup>85</sup>, aún muy incipientes en el país, que podrían encontrar importantes aportes mediante unas negociaciones de *offset* bien definidas y estructuradas, que le apunten a la adquisición de las tecnologías claves.

6.5.3.5 Comité de ética y transparencia. Está presidido por el Ministro de Defensa en compañía de la cúpula militar y los jefes de planeación respectivos. Lo conforman los principales empresarios del país y los rectores de las principales universidades. Tiene como fin mostrar el impacto esperado de los proyectos del sector defensa que han sido financiados con recursos de los impuestos (generalmente excepcionales), así como la contribución del proyecto a la seguridad y el desarrollo. Si el proyecto es aprobado se da curso a la solicitud de apropiación del presupuesto ante el Ministerio de Hacienda. En caso contrario, es devuelto al Ministerio de Defensa.

Esta presentación es hecha por el Jefe de Planeación Naval con apoyo de la Dirección de Proyectos Especiales. Al igual que en el Comité Técnico, predomina un desconocimiento general en el auditorio sobre los asuntos técnicos del proyecto, por lo que se hace relativamente simple la sustentación. En el comité tan sólo se menciona el proyecto, el cual suele tener poco período de debate y ser aprobado rápidamente; si se hace en alguna de las bases militares principales, se hace una demostración militar y hasta ahí llega la reunión.

Aquí se presenta una pérdida de oportunidad clave para el desarrollo del país. Difícilmente se reúnen las principales cabezas del Sector Defensa, Sector Industrial y Sector Académico juntas. Este es el escenario ideal para el planteamiento de proyectos Universidad – Estado – Empresa, puesto que le permite a los empresarios y rectores saber qué necesita el sector defensa para sus proyectos, así como acceder a recursos financieros para apalancarlos. A las Fuerzas Militares le permitirían aprovechar las capacidades, tecnologías, conocimientos y personal científico al interior de las universidades más prestigiosas del país, así como las capacidades propias de los

---

<sup>85</sup> ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Grupo de Trabajo Macro-proyecto PES. Análisis estratégico y operacional para la conceptualización de la plataforma estratégica de superficie. Bogotá, 2012.

principales grupos empresariales para el crecimiento de las Fuerzas Militares en el desarrollo de tecnología y capacidades propias. Sin embargo esto habrá de ser objeto de un trabajo de grado adicional. Al interior de la Armada, tan sólo COTECMAR tiene una política definida y publicada sobre estos convenios<sup>86</sup>, con múltiples logros alcanzados, pero no tiene participación dentro del comité de ética y transparencia donde podría elevarse el nivel de los convenios.

#### 6.5.4 Paso 4: La negociación

Una vez el proyecto ha sido aprobado y cuenta con los recursos para ser ejecutado, hay una negociación final entre la Armada y COTECMAR. Por parte de la Armada, en cabeza de la Jefatura de Planeación, se debe realizar un estudio de mercado previo de buques similares o en lo posible sobre el mismo buque, con astilleros que puedan cubrir las expectativas deseadas, con el fin de contar con herramientas de negociación que permitan definir un precio razonable. Por otra parte, la Armada mantiene en reserva el presupuesto destinado al proyecto, lo cual estimula a que COTECMAR presente unos precios competitivos, a la vez que le permite a la Institución obtener mayores beneficios, representados en aditamentos o capacidades adicionales para el buque que fue presentado como diseño preliminar.

Por parte de COTECMAR, su experiencia en proyectos de construcción naval, le permite calcular un margen de imprevistos para satisfacer los requerimientos de detalles adicionales que pueden presentarse dentro del marco de la negociación sin que afecte mayormente su análisis de rentabilidad; sin embargo, las solicitudes extras que requieran una reconfiguración del buque, es decir, por fuera de lo ofrecido en las especificaciones técnicas presentadas en el diseño preliminar, son objeto de revisión y costeo por parte de la Dirección de I+D+i y de la Dirección Comercial. No obstante, es de esperarse que el astillero oferte soluciones alternas ante los requerimientos que a bien tenga la Armada para perfeccionar el buque deseado.

---

<sup>86</sup> DELGADO, Fernando. Integración Empresa – Centros de Educación – Estado, factor clave para el desarrollo tecnológico en Latinoamérica: modelo para la industria naval. Congreso Panamericano de Ingeniería Naval. Sao Paulo, 2007.

Como ejemplo de un proceso de negociación reciente, en los buques tipo BALC-F, la Armada solicitó uno o dos nudos más, *bow thruster*<sup>87</sup> y una grúa con capacidad de izar al menos 15 toneladas con una apertura de brazo de 6 metros en la componente horizontal, con el fin de facilitar la operación de izado y arriado de los botes de Fuerzas Especiales tipo SOC-R (*Special Operations Craft – Riverine*), esperando que no fuera a haber un cambio significativo en el costo de los buques. COTECMAR hizo los cálculos correspondientes que requirieron el redimensionamiento de la maquinaria principal, dada la curva de resistencia al avance del buque; la reacomodación de espacios en proa para el *bow thruster* y el análisis de estabilidad que representaba la instalación de la grúa y la maniobra de levantamiento cargas pesadas por un costado<sup>88</sup>.

Cuando la nueva propuesta se presentó había un costo adicional de un 20% por encima del presupuesto, por lo cual se llevó la negociación hasta el nivel del Comandante de la Armada, donde se acordó que la maquinaria sería la calculada para los 9 nudos iniciales, no llevarían *bow thruster*, pero la grúa sí sería incluida en ambos buques, llegando a un precio definitivo y refinando el diseño contractual.

Esta etapa del proceso requiere sofisticación. Si bien COTECMAR es la misma Armada en su esencia, también es una empresa que debe producir rentabilidad y cumplir con unas metas financieras, por lo cual el conocimiento de estrategias avanzadas de negociación es esencial para optimizar el presupuesto de la Armada y a la vez impulsar el crecimiento de las capacidades industriales del astillero.

#### 6.5.5 Paso 5: Las especificaciones definitivas

Una vez el buque es negociado, el Segundo Comando de la Armada nombra un comité técnico estructurador conformado por cinco oficiales pertenecientes a las jefaturas involucradas en el proyecto, dentro de las cuales siempre está la Jefatura de Planeación

---

<sup>87</sup> El *bow thruster* es un dispositivo de propulsión colocado de manera transversal hacia proa del buque, con el fin de incrementar la maniobrabilidad del buque en aguas restringidas.

<sup>88</sup> United States Navy – Naval Sea Systems Command. Design Data Sheet 079. Stability for surface ships of US Navy. Washington, D.C., 2003.

y la Jefatura de Material Naval. Si el buque es para apoyo a la Infantería de Marina, habrá en el comité al menos un oficial de esta especialidad nombrado por el Comandante de la Infantería de Marina. Si el buque es para Guardacostas tendrá un oficial nombrado por la Jefatura de Operaciones Navales. En este paso se presentan una cadena de errores que se relacionan a continuación.

Primero, la Armada se desentendió del diseño del buque después del diseño conceptual, es decir que en la fase de diseño preliminar y diseño contractual, que demoraron varios meses en estructurarse, incluso años, la Armada no tuvo oficiales inmersos en el proceso de diseño, sino solamente a manera de revisores esporádicos.

Segundo, no hay nada que estructurar, el buque ya está negociado, así que el proceso que realmente se hace es que se reúne al comité, que tiene múltiples funciones en sus cargos principales, y se les da un mes para que revisen las especificaciones técnicas que COTECMAR hizo, pero no pueden hacer mayores cambios porque no hay cómo negociar más precio, a no ser que se encuentre algo delicado que requiera renegociar lo que ya está casi contratado.

Tercero, la Jefatura de Material Naval, encargada del mantenimiento de los buques, tiene su propio procedimiento. Si ellos no reciben el diseño conceptual de la Jefatura de Operaciones, encargada de operarlos, no procede con especificación alguna.

Cuarto, la Jefatura de Operaciones Navales ha estado relegada durante todo el proceso, que ya lleva al menos dos años desde su inicio, a excepción de lo que conoce el Jefe de Operaciones Navales por sí mismo, así que al interior de la jefatura no tienen herramientas para elaborar el requerimiento de especificaciones técnicas a la Jefatura de Material Naval.

Quinto, el gerente del proyecto termina planteando el documento de solicitud de especificaciones para la firma del Jefe de Operaciones, para que a partir de ahí la

Jefatura de Material Naval revise las especificaciones hechas por COTECMAR con los miembros del comité técnico estructurador.

Sexto, como el buque ya está negociado, si no hay observaciones, el comité estructurador, que es el que ha debido participar desde un principio, se limita a avalar mediante firma lo que ha sido en realidad estructurado por COTECMAR; si hay observaciones menores, son omitidas en virtud a que el precio del buque ya ha sido negociado; si hay observaciones de fondo, se apalanca el proyecto con recursos ordinarios que perjudican otros proyectos de menor impacto y en su momento se hace la adición presupuestal correspondiente.

Séptimo, el grueso de los oficiales nombrados dentro del comité estructurador es de la especialidad ejecutivo ingeniero, así que los grupos 400 (Comando y Vigilancia) y 700 (Armamento) tienden a presentar algunas debilidades en su estructuración y definición, que terminan viéndose reflejadas en capacidades resolutivas inferiores a las de buques de su misma clase en otros países de la región, como en el caso de los patrulleros de zona económica exclusiva, OPV. La tabla comparativa a continuación evidencia que las OPV venezolanas cuentan con capacidades de nivel estratégico en sus equipos.

<b>Característica</b>	<b>OPV Colombia (COTECMAR)</b>	<b>OPV Venezuela (Navantia)</b>
Cañón de proa	Cañón de 20 mm	Cañón de 76 mm Oto Melara
Radars de vigilancia	Terma Scanter 6000, 2D	Thales SMART-S Mk2, 3D
Alcance radar	48 millas náuticas	250 millas náuticas
Sistema de combate	Control de cañón tipo Barracuda	TACTICOS (Thales)

Tabla 1. Comparación grupo 400 y 700 de las OPV de Colombia y Venezuela

Como aspecto positivo, se rescata que el número de miembros del comité técnico estructurador es impar, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

#### 6.5.6 La firma del contrato

Una vez firmadas las especificaciones técnicas definitivas, tanto por la Armada como por COTECMAR, la Dirección de Contratación Estatal del Ministerio de Defensa negocia con

el astillero las garantías, las cláusulas de cumplimiento, las condiciones financieras y la matriz de riesgos, lo cual, junto con las especificaciones permiten llegar hasta el final del proceso, la firma del contrato.

Cabe anotar que en la actualidad, la matriz de riesgos se hace como un trabajo cuyo fin es evitar que se afecte el equilibrio económico del contrato, siguiendo los lineamientos de la normatividad de contratación estatal, trabajo que se da entre el grupo de asesoría financiera la Dirección de Contratación Estatal del Ministerio de Defensa y la gerencia comercial y de producción de COTECMAR, con una mínima participación de la Armada, en la cual el astillero asume el 100% de la responsabilidad de los riesgos, los cuales se clasifican en: 1) financieros, que involucran la fluctuación en las tasas de cambio, la iliquidez del contratista para cumplir el cronograma, las erogaciones tributarias y la variación de los materiales o mano de obra para llevara a cabo el proyecto; 2) ambientales, por inadecuadas prácticas en le proceso constructivo del buque y las consecuencias que de ello se deriven; 3) operacionales, por modificaciones en aspectos técnicos del contrato o mediciones erróneas en los cálculos de materiales del contratista; 4) tecnológicos, derivados de nuevos estándares generados durante la ejecución del contrato que sean de obligatorio cumplimiento para la operación de los sistemas.

Lo anterior significa que la variable de riesgo sólo está siendo considerada como un amparo de las garantías que ofrece el astillero, pero no como una variable independiente dentro del proceso de planificación y adquisición de buques, lo cual implica que deba abordarse como uno de los problemas a solucionar dentro de la revisión bibliográfica.

#### 6.5.7 La supervisión

Si bien la supervisión del proyecto es ajena al presente trabajo, conviene hacer algunas observaciones al respecto.

El nombramiento del supervisor del contrato se da sólo en la parte final cuando se está terminando la minuta del contrato y el buque está completamente negociado, por lo tanto el supervisor no conoce el proyecto, habiendo tenido la oportunidad de conocerlo.

En las especificaciones técnicas puede mejorarse la definición de relaciones de derechos y deberes del supervisor del contrato, así como de la infraestructura de soporte que éste tendrá para el ejercicio exitoso de sus funciones (oficina, vehículo, gastos, etc.).

El supervisor del contrato debe contar con un equipo de trabajo con las competencias necesarias, no sólo para recibir trabajos, sino para proponer y negociar modificaciones de especificaciones y planos, en caso de evidenciar que sea necesario.

La supervisión suele estar en cabeza de un oficial de especialidad ingeniero, sin acompañamiento de un oficial de superficie de forma permanente, por lo cual la supervisión de los grupos 400 y 700 puede verse afectada y reflejarse en un buque con excelentes capacidades en cuanto a casco, plataforma y sistemas de ingeniería, pero disminuido en sus capacidades resolutivas.

En todo caso, el proceso de supervisión es ajeno al alcance del presente trabajo y la propuesta de una oficina de inspección de construcciones navales, con toda la infraestructura de soporte que esta necesita, se deja como recomendación para un próximo trabajo de grado.

En la siguiente página se presenta el flujograma resumido del proceso de planificación y adquisición de buques en la Armada República de Colombia.

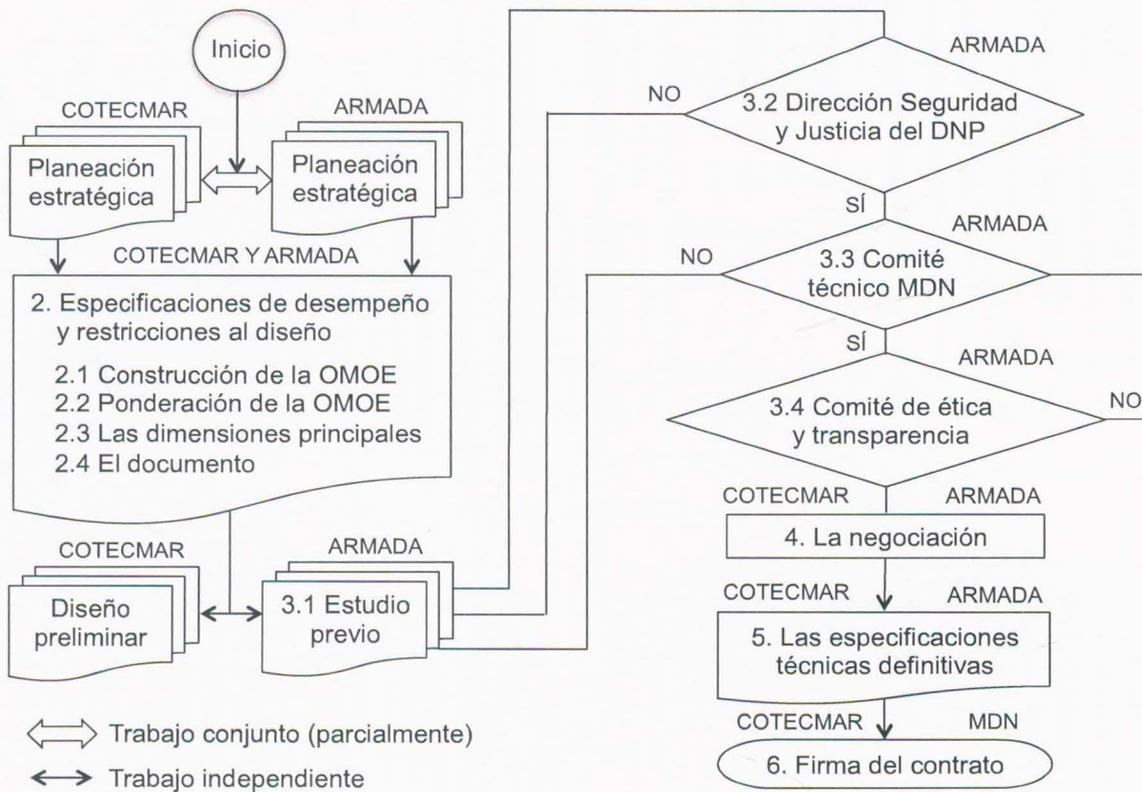


Gráfico 3. Flujograma resumido del proceso de planificación y adquisición de buques en la Armada República de Colombia



## 7. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN EL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE BUQUES NAVALES EN OTRAS ARMADAS DEL MUNDO

El presente capítulo recoge un resumen de apartes importantes de los procesos para la adquisición de buques en diversos países del mundo.

### 7.1 Estados Unidos

En la actualidad este país sigue concentrando el liderazgo tecnológico, así como los primeros lugares en el ranking de las universidades más prestigiosas del mundo, fuertemente relacionadas con la empresa y el Estado.

Estados Unidos ha pasado por múltiples aproximaciones, pero se puede decir que conservó un modelo estándar entre 1920 y 1966, en el cual las medidas de desempeño esperadas eran hechas al interior de la Armada e incluso el proceso constructivo se llevaba a cabo en astilleros navales cuyo único cliente era la *US Navy*. Para ese entonces los estudios de factibilidad, el diseño preliminar y contractual eran llevados por una oficina denominada división de diseño de buques, BUSHIPS. En los años 60, la oficina de planeación de construcciones tenía ramas naval, mecánica, electrónica y de armas. De esta oficina se derivaron los programas para la construcción de buques tipo LHA (*Landing Helicopter Assault*), DD 963 (Destructor clase *Spruance*) y los CGN 38 (Cruceros clase Virginia). La política de adquisiciones también permitió la participación de astilleros privados en el diseño de este tipo de buques.

Para los años 70 el diseño volvió a ser hecho al interior de la *US Navy*, en el centro de ingeniería de buques navales, NAVSEC. Sin embargo, centralizar todo el proceso de diseño y adquisición de buques elevó los costos. Por más que se buscaron las mejores soluciones costo – efectividad, sólo se diseñaron y construyeron las fragatas tipo Oliver Hazard Perry<sup>89</sup>.

---

<sup>89</sup> DUREN, Bernard & POLLARD, James. Total ship system engineering, vision and foundations. Naval Surface Warfare Center. Dahlgren (VA), 1995. P. 2.

Actualmente, el Comando de sistemas navales de mar (NAVSEA) es el encargado de articular a los participantes en el proceso de diseño, adquisición y construcción de los buques de la *US Navy* a través de la perspectiva de la ingeniería sistémica del buque en su totalidad (TSSE<sup>90</sup>).

El proceso está dividido en dos fases. La primera comprende el diseño conceptual e incluye tres revisiones que deben llevar el visto bueno del Jefe de Operaciones Navales y un grupo de oficiales similar al Consejo de Almirantes, cuyo fin es validar los requerimientos del programa, la revisión de alternativas, que los conceptos de las medidas de desempeño estén apropiadamente definidos y la viabilidad financiera del proyecto. La segunda fase debe llevar la aprobación del Asistente de Investigación y Desarrollo del Secretario de Marina y tiene como fin avalar las especificaciones de desempeño, la estrategia de adquisición, la ejecución presupuestal y el tiempo para iniciar la producción<sup>91</sup>. A continuación se presenta el diagrama respectivo.

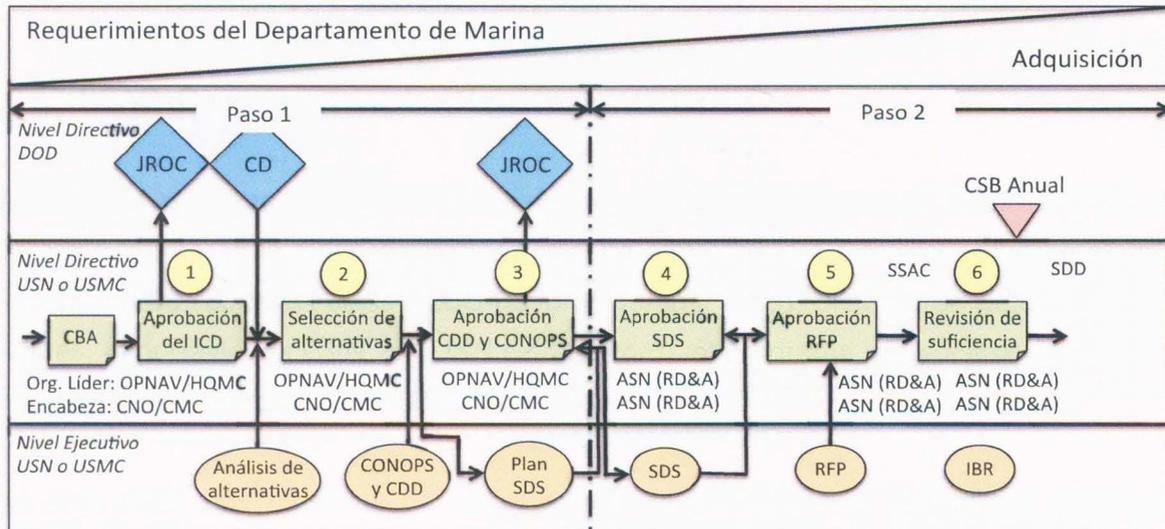


Gráfico 5. Proceso 2 pasos/6 puertas del Departamento de Marina de Estados Unidos para requerimientos y adquisición de unidades a flote<sup>92</sup>

Fuente: NAVSEA

<sup>90</sup> TSSE: Total Ship System Engineering

<sup>91</sup> RIVERA, Miguel & WILLIAMS, Mark. Total Ship System Engineering employing department of defense architecture framework approach. Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division. Dahlgren (VA), 2010. P. 3.

<sup>92</sup> *Ibíd.* P. 4.

### Listado de siglas del Gráfico 3.

- ASN (R&D): Asistente del Secretario de Marina para investigación y desarrollo.
- CBA: Evaluación de las capacidades básicas.
- CD: Decisión del concepto.
- CDD: Documento de desarrollo de capacidades.
- CMC: Comandante de la Infantería de Marina.
- CNO: Jefe de Operaciones Navales.
- CONOPS: Concepto de Operaciones.
- CSB: Junta Directiva de Configuración.
- HQMC: Cuartel General de la Infantería de Marina.
- IBR: Revisión de la línea base integrada.
- ICD: Documento de capacidades iniciales.
- JROC: Consejo conjunto de inspección de requerimientos.
- RFP: Solicitud de cotización.
- SDD: Desarrollo del sistema y demostración.
- SDS: Especificación de diseño del sistema.
- SSAC: Consejo asesor de selección de recursos.

Mediante el esquema presentado se desarrollaron los programas para la construcción de los destructores de la clase *Arleigh Burke* y se empezaron a desarrollar los programas del DDG 1000 (*Zumwalt class*), LCS (*Littoral Combat Ship*), Sistema de autodefensa de buques, el portaviones CVN 78 (*USS Gerald Ford*), el programa de cruceros CG (X) y el buque de desembarco anfibio LPD 17.

Por otra parte, hay múltiples procesos para el planeamiento de fuerza, los cuales se encuentran descritos con sus ventajas y desventajas en el Anexo B del presente trabajo. Un método reciente fusiona la ingeniería sistémica con el proceso de diseño. Para tal efecto, fusiona el planeamiento de fuerza del tipo *top-down* con el *bottom-up* con el fin de hacer una aproximación más completa del buque en su totalidad (sistemas relacionados con la misión, sistemas relacionados con el buque, sistemas de apoyo).

### 7.1.1 El método *top-down*

Este método comienza con el análisis de entradas del proceso, es decir, los requerimientos iniciales, los cuales son usados para desarrollar los requerimientos funcionales y de desempeño. La ingeniería sistémica debe asegurar que estos requerimientos sean comprensibles, completos, concisos y que eviten ambigüedades en la interpretación.

Los requerimientos funcionales definen cantidades (cuánto), calidad (qué tan bueno), cubrimiento (qué tanto alcance), líneas de tiempo (cuándo y qué tanto) y disponibilidad (qué tan frecuente), mientras que las restricciones al diseño definen aquellos factores que limitan la flexibilidad, tales como las condiciones meteorológicas, la defensa contra las amenazas internas o externas y los estándares sobre el contrato, el cliente y las regulaciones exigidas. Los requerimientos son sometidos a ciclos iterativos, de tal manera que sean consistentes y caractericen los sistemas de forma completa, con el fin de establecer una línea base y avanzar hacia la siguiente.

### 7.1.2 El método *bottom-up*

Este método define el buque en términos de la configuración física y de software. El resultado es un concepto arquitectónico del buque que incluye arreglos y planos. Cada parte debe encontrar al menos un requerimiento funcional y todas deben apoyar múltiples funciones. En este método aplica la estructura jerárquica de clasificación de elementos funcionales del buque, conocida como SWBS (*Ship Work Breakdown Structure*), como el sistema que orienta la categorización de los sistemas a bordo.

Cuando los requerimientos son sometidos a ciclos iterativos, se verifica que el diseño físico sintetizado pueda desempeñar las funciones requeridas en los niveles deseados, así mismo, permitirá efectuar los cambios necesarios para articular la misión con los requerimientos de diseño.

### 7.1.3 El método SEDP (System Engineering and Design Process)

Este método fusiona los dos anteriores y facilita la coordinación entre el proceso y el personal involucrado. Una evolución iterativa converge en un diseño trazable, factible, medible y permisivo en su costo, que reúne los requerimientos de la Jefatura de Operaciones Navales (OPNAV) y los del Sistema de desarrollo e integración de capacidades conjuntas (JCIDS), dentro del documento de capacidades iniciales (ICD) y el documento de desarrollo de capacidades (CDD). Este método se deriva de las lecciones aprendidas durante la fase de desarrollo de los proyectos de buques de superficie que empezaron con el método de 2 pasos / 6 puertas, y que aplican actualmente el método SEDP.

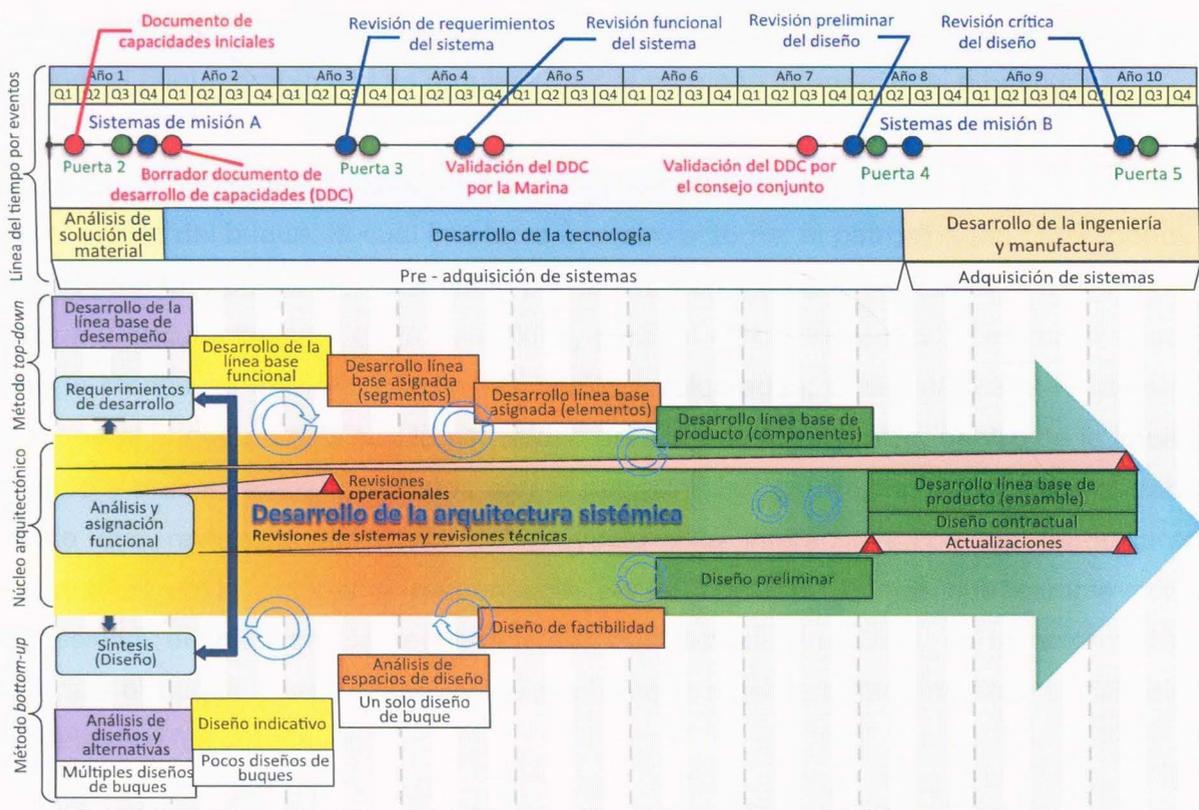


Gráfico 6. Proceso SEDP para requerimientos y adquisición de unidades a flote<sup>93</sup>

Fuente: NAVSEA

<sup>93</sup> RIVERA, Miguel & WILLIAMS, Mark. Total Ship System Engineering employing department of defense architecture framework approach. Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division. Dahlgren (VA), 2010. P. 6.

El método SEDP no reemplaza las actividades estándar de la ingeniería sistémica, sino que concatena la línea de base técnica con la espiral de diseño del buque. La franja de la aproximación *top-down* alinea con las actividades de ingeniería sistémica para el desarrollo de requerimientos, el núcleo arquitectónico alinea con el análisis y asignación funcional y el método *bottom-up* alinea con el análisis de alternativas de diseños. Este método comprensible e iterativo, transforma las necesidades y los requerimientos en un grupo de productos de sistemas y descripciones de procesos, generando información confiable y completa para los tomadores de decisiones<sup>94</sup>.

## 7.2 Reino Unido<sup>95</sup>

Lo primero que se recomienda para el proceso de adquisición de buques es revisar si se cuenta con las capacidades en personal especializado e infraestructura necesaria para diseñar el buque propio o si se requiere salir al mercado internacional a buscarlo.

El punto de partida del proyecto es la definición de la necesidad por parte del gobierno en el diseño del buque, la cual involucra a cuatro actores: el patrocinador, corresponde a un grupo o una persona responsable por la estrategia de gobierno para la definición del buque y el cumplimiento de la necesidad, para tal efecto trabajará en estrecha relación con la Marina, el astillero y todas las partes involucradas; el cliente, es el responsable por que el buque cumpla con la necesidad para la que fue definido, dentro de la línea de tiempo y presupuestos acordados con el patrocinador, así mismo, gestionará el trabajo diario que revista la ejecución del proyecto y la interacción con los participantes; proveedor, es la compañía responsable por entregar un buque que cumpla con la necesidad, definida en los requerimientos contractuales; usuario, es la autoridad que operará el buque y será quien valide si el buque efectivamente satisface la necesidad para la cual fue construido.

---

<sup>94</sup> RIVERA, Miguel & WILLIAMS, Mark. Total Ship System Engineering employing department of defense architecture framework approach. Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division. Dahlgren (VA), 2010. P. 6.

<sup>95</sup> La información de soporte de este numeral está descrita en: BMT Defence Services. The procurement of naval and government ships. BMT Group Publications. Bath (UK), 2007.

El proceso de planeación, adquisición, construcción y puesta en servicio de los buques tiene once etapas, pero como lo correspondiente al presente trabajo termina con el hito de la firma del contrato, se relacionará lo correspondiente sólo hasta la fase 6 donde se cierra el diseño contractual.

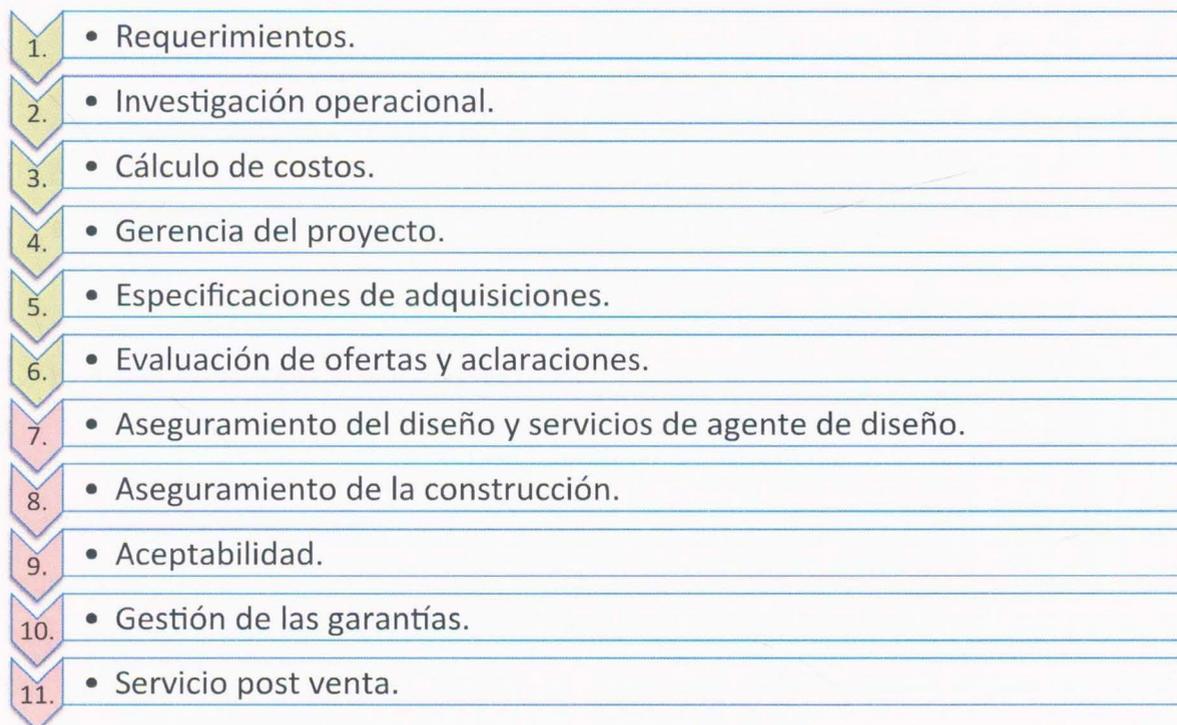


Gráfico 7. Metodología de planeación de buques en Reino Unido

Fuente: BMT Group

### 7.2.1 Los requerimientos

En programas complejos, como el desarrollo de buques, los niveles más altos deben ser establecidos por el cliente, es decir, la Marina, mientras que los menores niveles pueden ser suplidos por el proveedor, es decir, el astillero, siempre que le apunten al cumplimiento de la necesidad.

La definición de los requerimientos es la parte crucial del proyecto, toda vez que las inexactitudes o el exceso de detalles en la definición, redundará en retrasos, mayores

costos o insatisfacción del cliente. Una aproximación sistémica debe describir al menos los siguientes pasos:

- a) Obtener información de los requerimientos mediante entrevistas, talleres, sistemas análogos, reportes de retroalimentación, modelamiento, simulaciones y soluciones existentes.
- b) Involucrar a los usuarios y participantes en el proceso tanto como sea posible.
- c) Asegurar que los requerimientos sean cuantificables y medibles.
- d) Priorizar los requerimientos, de acuerdo con la ponderación específica.
- e) Permitir márgenes para el crecimiento de los requerimientos.
- f) Establecer un proceso para la gestión del cambio.
- g) Definir requerimientos para todos los aspectos del programa.
- h) Re-iterar el establecimiento de requerimientos y re-validar cierto número de veces durante la fase de diseño preliminar.

Con el fin de sintetizar los requerimientos del nuevo buque en un solo documento se redacta un "Concepto de Operaciones" que sirve de base para el diseño conceptual del buque. En este documento se debe relacionar cómo se comportará el buque, tanto solo como haciendo parte de una Fuerza de Tarea, así mismo deberá incluir los roles y misiones que ha de desempeñar.

Posteriormente debe generarse un documento llamado "Concepto de uso", el cual relacionará cómo ha de comportarse el buque en cada una de sus operaciones típicas, con el fin de ayudar a las oficinas de diseño a un entendimiento más amplio de las tareas específicas del nuevo buque.

Con los dos documentos se hace el análisis de requerimientos, el cual debe cubrir el alcance completo del proyecto, es decir que debe incluir al menos: desempeño del buque, software, logística, gerencia del proyecto, seguridad, medio ambiente, recursos humanos, pruebas, entre otras, con el fin de ser lo suficientemente exhaustivo, de tal manera que se satisfaga la necesidad y se consideren los puntos de vista de los actores

involucrados en el proceso. Si bien se puede relacionar esta información en hojas de cálculo, existen herramientas computacionales más avanzadas que permiten tener interface con modelación 3D, bases de datos, programas de planeamiento de la información, riesgos, seguridad y gestión ambiental.

### 7.2.2 Investigación operacional.

Este procedimiento aplica técnicas científicas para analizar el comportamiento de sistemas complejos como un todo en vez de centrarse en elementos específicos. De acuerdo con el Anexo B, al final del trabajo, sería un enfoque basado en necesidades. El proceso de toma de decisiones para el programa de desarrollo de buques aplicando la investigación operacional incluye:

- a) Determinar las dimensiones, alcance, velocidad, tripulación, costos y tipo de buque requerido para satisfacer las capacidades deseadas.
- b) Evaluar si la capacidad deseada se alcanza mejor con el buque propuesto o mediante la mezcla de otros tipos de buque, aeronave o vehículo no tripulado.
- c) Considerar los aspectos geográficos y ambientales para apoyar los días en el mar que deba desplegarse el buque.
- d) Comparar los tipos de armamento, cantidades de munición, sensores y ventajas comparativas de sistemas *hard kill* vs. *soft kill*.
- e) Considerar el teatro de operaciones donde los nuevos buques habrán de interactuar con unidades de Ejército, Fuerza Aérea y países aliados.
- f) Integrar el apoyo logístico y los requerimientos de sostenimiento necesarios para el tipo de buque y la cantidad que se considere. Esto incluye la capacidad de modernización y los costos logísticos para el nivel de disponibilidad deseado.
- g) Integrar las comunicaciones tácticas con los sistemas de información en tierra, así como con distintos tipos de buques, aeronaves y vehículos terrestres.
- h) Considerar los aspectos de recursos humanos relacionados con entrenamiento, mezcla de sexos y especialidades requeridas.
- i) Analizar el impacto socio-económico de las diferentes opciones de compra.

Estas consideraciones se relacionan en un documento denominado "Apreciación combinada de la inversión y efectividad operacional" (COEIA<sup>96</sup>).

La aplicación de la investigación operacional permite descartar las opciones menos beneficiosas de forma rápida, dado que la información se maneja con base en modelos matemáticos que permiten visualizar las opciones más favorables para presentar ante el tomador de decisiones.

### 7.2.3 Cálculo de costos

El precio inicial se estima con estudios de mercado, proyectos previos o con información disponible de programas similares en otros países, pero dados los pasos anteriores se debe haber estimado un precio preliminar que permita hacer la gestión de recursos correspondiente. Para refinar este cálculo, un estudio de costos del programa deberá incluir elementos específicos como: balance de inversiones, compensación de costos, planes de gastos futuros, alternativas de estrategia de adquisición, apreciación de inversiones, cuantificación de riesgos, programas de equipamiento, desarrollo conceptual de sistemas y estimación de costos.

El cálculo de costos apoya a los requerimientos y a la investigación operacional en distintos niveles, dependiendo de la complejidad del programa y de las preferencias del cliente. La profundidad de estos cálculos reduce el umbral de riesgo y genera vínculos de información representados en:

- a) Una línea base que cubra los diferentes requerimientos del cliente y que le facilite la toma de decisiones. Dentro de ésta incluirá los estudios comerciales, con el fin de obtener la mejor relación costo-beneficio, tanto del momento de la adquisición como del ciclo de vida.
- b) Identificación de las brechas entre las distintas ofertas y cómo pueden llenarse esos espacios con el fin de hacer una comparación más objetiva. Por ejemplo, los

---

<sup>96</sup> COEIA: Combined Operational Effectiveness and Investment Appraisal.

repuestos, la documentación, el entrenamiento, equipos de soporte en tierra, paquetes de mantenimiento, etc., harán diferencia en costo que debe ajustarse para tener el panorama completo en el modelo de decisión.

- c) Identificación de riesgos del programa y su potencial impacto en el costo del mismo, tal como la fluctuación de las tasas de cambio.

La forma de abordar un cálculo de costos para un buque nuevo suele ser dispendiosa, pero está referenciada en la misma metodología del *bottom-up*, que consiste en hacer los cálculos por grupos estructurales, de acuerdo con el SWBS.

Una vez terminado el cálculo de costos los beneficios son: incremento de la confianza sobre los costos del programa y tener un modelo de negocio mejor sustentado que facilite la aprobación; información de requerimientos más completa que permita nivelar los requerimientos de las solicitudes de oferta; una base de datos que permita hacer unas estimaciones más refinadas sobre aquello de lo cual se carece información, así como identificar omisiones o sobrecostos dentro de las ofertas; finalmente, una matriz de riesgos sobre el programa.

#### 7.2.4 Gerencia del proyecto

Los conceptos de gerencia del proceso de planificación y adquisición de buques se manejan como una gerencia de programas, dado los múltiples sistemas que lo integran, sobre los cuales el gerente prioriza los recursos y el desarrollo de los trabajos, con el fin de hacer un balance que permita optimizar los costos y el cronograma.

En virtud de la estandarización de la metodología, ésta incluye las siguientes actividades: definición de objetivos, desarrollo de los requisitos, planeamiento de trabajos, evaluación del riesgo, estimación de recursos, organización del trabajo, adquisición de recursos, asignación de tareas, dirección de actividades, control de la ejecución del proyecto, control de cambios, reportes de avance y análisis de resultados.

Para manejar estas actividades el gerente del proyecto deberá balancear cuatro variables principales que tienden a ser divergentes: tiempo, costo, calidad y riesgo.

#### 7.2.5 Especificaciones de adquisiciones

Cuando el gobierno adquiere un buque espera que esté disponible dentro del tiempo negociado y que satisfaga todas las especificaciones al menor costo posible. Para tal efecto, existen múltiples consideraciones a tener en cuenta:

- a) Habilidades de construcción naval y actividades asociadas.
- b) Política industrial del gobierno y desarrollo regional.
- c) Cooperación del gobierno con otros países.
- d) Número de buques requeridos y cronograma asociado.
- e) Disponibilidad de recursos del gobierno.
- f) La necesidad y sus requerimientos han debido ser definidos y aprobados.
- g) Los presupuestos han debido ser confrontados con los requerimientos y las estimaciones de los proveedores, así como con el estudio de mercado.
- h) La información de los proveedores será revisada mediante la solicitud de cotización, solicitud de información y solicitud de oferta.
- i) La especificación de compra será desarrollada de la mano de los proveedores, quienes podrán tener visibilidad de la misma y hacer observaciones.
- j) Una valoración de pre-calificación le facilitará al gobierno filtrar el listado de proveedores.

La especificación de compra no debe ser vista como un documento sino un enlace entre los requerimientos y la solución que se le da a través de los proveedores a los mismos. Para lograrlo debe asegurar una forma objetiva de evaluación, los requisitos deben estar completamente detallados, contar con un sistema de ponderación para evaluar las ofertas, filtrar las ofertas que no cumplan los requisitos mínimos, valorar tanto los aspectos económicos como los técnicos, facilitar la comparación entre ofertas y facilitar la generación de reportes de evaluación.

### 7.2.6 Evaluación de ofertas y aclaraciones

El esquema de evaluación de las ofertas debe ser desarrollado antes de la invitación oficial a cotizar. En la mayoría de los casos los miembros del comité estructurador son miembros del comité evaluador con el fin de facilitar la interpretación de la información del oferente y evitar malos entendidos, así como para captar la información relevante presentada en la oferta. Se recomienda hacer la evaluación de los aspectos técnicos y económicos de forma independiente.

Una evaluación consistente y objetiva deberá responder satisfactoriamente a las siguientes preguntas:

- a) ¿La propuesta satisface los objetivos del proyecto?
- b) ¿La propuesta satisface las necesidades del usuario final?
- c) ¿Hay evidencia de prácticas innovadoras?
- d) ¿Han llevado a cabo procesos similares en el pasado?
- e) ¿Estos proyectos fueron implementados exitosamente?
- f) ¿Presentan evidencia de los conocimientos que ostentan?
- g) ¿El oferente tiene experiencia técnica específica en las áreas claves?
- h) ¿Hay experiencia de compatibilidad de trabajos con otros contratistas dentro del proyecto?
- i) ¿Pueden ajustarse al tiempo deseado del proyecto?
- j) ¿El cronograma de trabajos es realista?

Debe hacerse claridad en que se espera que la oferta le apunte a satisfacer los mínimos necesarios y los factores ponderables, por lo cual información extra será útil a manera de información, pero no ponderable dentro de la evaluación. Las ofertas ambiguas deben ser descartadas y no es una buena práctica asumir valores promedio para completar los espacios vacíos de los requerimientos, en cualquier caso es mejor solicitar ampliación de la información de la oferta.

Una vez se cuente con la evaluación de las ofertas se debe hacer el respectivo análisis de sensibilidad con el fin de verificar si habría alteraciones en los resultados, los cuales deben hacerse públicos, para garantizar la transparencia del proceso. Este documento debe estar basado en evidencia demostrable basado en una metodología de toma de decisiones con soporte matemático.

Cuando hay dos o más oferentes que cumplen satisfactoriamente con los requisitos mínimos ponderables al igual que con los factores ponderables, de tal forma que no sea evidente cuál de las ofertas es mejor, deben considerarse factores no evaluables pero diferenciadores entre los oferentes, tales como la transferencia de tecnología, la retención de capacidades claves, las políticas de fortalecimiento de la industria regional, los factores políticos de los países proveedores, entre otras, para finalmente seleccionar el contratista que llevará a cabo el proyecto.

### **7.3 España**

El proceso de obtención de recursos para la adquisición de buques por parte de la Armada Española, integra el conjunto de actividades que tienen por objeto la definición, diseño, producción, construcción, desarrollo y puesta en servicio. Este proceso se concibe con un carácter dinámico y multidisciplinar en el que todos los entes especializados participan aportando su conocimiento sobre los aspectos operativos, tecnológicos, industriales, logísticos y económicos que permitan optar por una solución viable, planificar adecuadamente su financiación y contratación, así como facilitar el posterior seguimiento. Para tal efecto se rigen por tres principios básicos: 1) integridad, congruencia de la definición de las necesidades en los diferentes ámbitos de responsabilidad; 2) concurrencia, que se materializa en cada punto de decisión o hito documental e involucra la participación de los representantes de las autoridades implicadas; 3) flexibilidad, para adaptarse a las modificaciones que surjan en el desarrollo del proyecto y el tratamiento de los imprevistos<sup>97</sup>.

---

<sup>97</sup> Ministerio de Defensa de España. Boletín oficial. Vol. 189. Madrid, 2011.

El proceso del ciclo de vida de los buques se resume en el siguiente gráfico, del cual sólo se tratarán las dos primeras fases, de acuerdo con el alcance del trabajo.

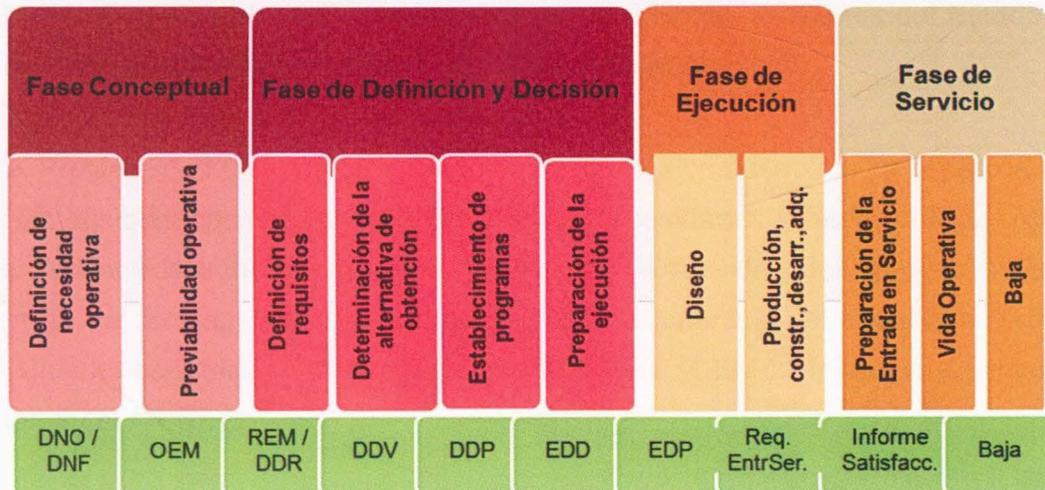


Gráfico 8. Fases y etapas del ciclo de vida de buques

Fuente: Fundación Innova

Listado de siglas del Gráfico 6.

- DNO/DNF: Documento de necesidad operativa/funcional.
- OEM: Objetivo de Estado Mayor.
- REM/DDR: Requisitos de Estado Mayor/ Documento de definición de requisitos.
- DDV: Documento de viabilidad.
- DDP: Directiva de Programa.
- EDD: Especificaciones de diseño.
- EDP: Especificaciones de producción.

### 7.3.1 Fase Conceptual

En esta fase se define la necesidad funcional vinculada con los objetivos de la Política de Defensa, tomando en consideración su ciclo de vida y el costo total asociado, así como la operación, mantenimiento y baja, al final de su vida útil.

7.3.1.1. Definición de la Necesidad Operativa (DNO). La primera etapa de la fase conceptual consiste en la definición de la misión y los roles del nuevo buque, la descripción de las necesidades que se van a ver solventadas y la justificación del proyecto, lo cual es elaborado por oficiales de las distintas divisiones del Estado Mayor de la Armada. El formato y contenido se adjuntan en el Anexo C.

7.3.1.2. Previabilidad Operativa. Implica revisar los costos, tecnología y capacidades, así como las posibles opciones para satisfacer las necesidades y hacer una aproximación de los parámetros para prever el ciclo de vida y la facilidad del aprovechamiento de economías de escala. Esta etapa cierra el Diseño Conceptual del buque y se recoge en un documento denominado Objetivo de Estado Mayor (OEM). El formato y contenido se adjuntan en el Anexo D.

### 7.3.2 Fase de Definición y decisión

En esta se deben cumplir tres objetivos: 1) definir la solución operativa y seleccionar una alternativa viable para su obtención, constituyendo ambas decisiones la solución para satisfacer la necesidad; 2) establecer los programas de armamento, material, infraestructura y sistemas de información y comunicaciones necesarios para la gestión de recursos; 3) desarrollar las especificaciones técnicas de diseño<sup>98</sup>.

7.3.2.1. Definición de Requisitos. Recoge los estudios de viabilidad mediante un análisis técnico – económico. Se especifica la solución en términos de los requisitos que deben satisfacerse para cada factor MIRADO (Material, Infraestructura, Recursos Humanos, Adiestramiento, Doctrina y Organización) y para cada capacidad militar a que contribuye dicha solución. El resultado se plasma en los Requisitos de Estado Mayor (REM). El formato respectivo se adjunta en el Anexo E.

7.3.2.2. Definición de la Alternativa de Obtención. Esta etapa plasma el análisis de alternativas, con la descomposición del árbol de decisión respectivo, para satisfacer las

---

<sup>98</sup> SOLS, Alberto. Notas de clase – Ingeniería Sistemica. Master Ingeniería Naval - Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2011.

medidas de desempeño y las medidas de efectividad. Debe atender consideraciones de carácter industriales, tecnológicas, de cooperación internacional, de compensaciones industriales y logísticas, así como la valoración de plazos, costos, impacto económico y posibilidades de financiación. El resultado se consolida en el Documento de Viabilidad (DDV). El formato y contenido se adjuntan en el Anexo F.

7.3.2.3. Establecimiento de Programas. En esta quinta etapa se lleva a cabo la Directiva de Programa (DDP) la cual se elaborará por la Dirección General competente teniendo en cuenta los aspectos de su contenido que sean de aplicación al tipo de recurso de que se trate y a la complejidad de la solución buscada y del programa que se establece para su obtención. El formato y contenido se adjuntan en el Anexo G. Una vez esta elaborada la directiva, permite hacer una revisión del diseño del sistema.

7.3.2.4. Preparación de la Ejecución. Especificaciones de Diseño (EDD). Corresponde a la preparación de las especificaciones técnicas mediante un método *bottom-up*, es decir, por grupos constructivos, pero partiendo de lo que sea principal para el desempeño del buque.

El ejemplo más característico de lo anterior corresponde a la planificación para el diseño de las fragatas F-100, donde el buque fue construido alrededor del sistema de combate AEGIS y en particular del radar multipropósito SPY-1D y no como tradicionalmente se hace, que primero se define el casco y luego se le agregan los componentes de los grupos estructurales. Invertir el concepto de diseño le permitió a España desarrollar una fragata con capacidades casi idénticas a los destructores de la clase *Arleigh Burke* de la Marina de Estados Unidos, pero reduciendo el desplazamiento del buque de 6.700 toneladas a 5.900 y optimizando el desempeño del radar, cuyos paneles fueron elevados por encima del puente y no por debajo de éste como en los buques norteamericanos. Así mismo, hubo una reducción de la tripulación de 348 a 216 tripulantes<sup>99</sup>.

---

<sup>99</sup> RODRÍGUEZ, José. La Armada Española del Siglo XXI [online]. Consultada el día 21 de Julio de 2013. Disponible en Internet en: <URL: [http://www.historialago.com/av\\_600\\_esp\\_eborense\\_f100.htm](http://www.historialago.com/av_600_esp_eborense_f100.htm)>



Ilustración 16. Destructor clase *Arleigh Burke*. Se observa uno de los paneles del radar multipropósito SPY-1 por debajo del puente de navegación

Fuente: Archivo fotográfico United States Navy



Ilustración 17. Fragata F-100. Se observan dos de los paneles del radar multipropósito SPY-1D por encima del puente de navegación

Fuente: Archivo fotográfico Armada Española

Una vez definidas y detalladas las especificaciones técnicas, se hace la revisión de diseño preliminar del sistema por parte del mando naval, lo cual cierra el diseño preliminar del buque. Una vez avalado se hacen los planos correspondientes en conjunto entre la Armada y Navantia, como astillero principal de la Armada Española, donde se definen los detalles para llegar al diseño contractual donde se hace la revisión crítica del sistema y se aprueba el proyecto para iniciar la construcción del nuevo buque. El siguiente gráfico resume el proceso de planificación, construcción, pruebas y

aceptación del nuevo buque, de acuerdo con un esquema de ingeniería sistémica. Las fases de ejecución y servicio, descritas en el Gráfico 6, se encuentran por fuera del alcance definido para el presente trabajo de grado. De igual manera el Gráfico 7 dentro del presente trabajo abarca hasta el inicio de la construcción del buque.



Gráfico 9. Metodología de desarrollo de buques en España

Fuente: SOLS, Alberto. Universidad Politécnica de Madrid

## 7.4 Corea del Sur

La construcción naval en Corea del Sur es un asunto de interés nacional. El desarrollo del clúster<sup>100</sup> de la construcción naval en este país le ha permitido un crecimiento significativo en la participación del mercado, llegando a convertirse en el primer exportador de buques del mundo durante la década de los 90 y la mayor parte de la década pasada, hoy en día sólo sobrepasado por China<sup>101</sup>. El gráfico siguiente muestra

<sup>100</sup> Clúster: de acuerdo con la teoría del Diamante de Porter (Harvard Business School, ), corresponde a un conglomerado de empresas e instituciones conectadas en un campo particular para la fortalecer los niveles de competencia de un sector industrial específico.

<sup>101</sup> ROGLIANO, Barry. World shipping and shipbuilding market annual report 2012. Paris Shipping Forum. Paris, 2012.

en el eje vertical la distribución de la participación en el mercado de exportación de buques a nivel mundial para el año 2007, donde figuran los países más destacados en su industria naval con su respectivo porcentaje, mientras que en el eje horizontal, hacia el costado derecho se muestra el crecimiento en la participación de exportaciones en el sector naval de algunos países en el período 1997 – 2007. En contraparte hacia el costado izquierdo del eje vertical se muestran los que presentaron decrecimiento de su participación del mercado en el mismo período.

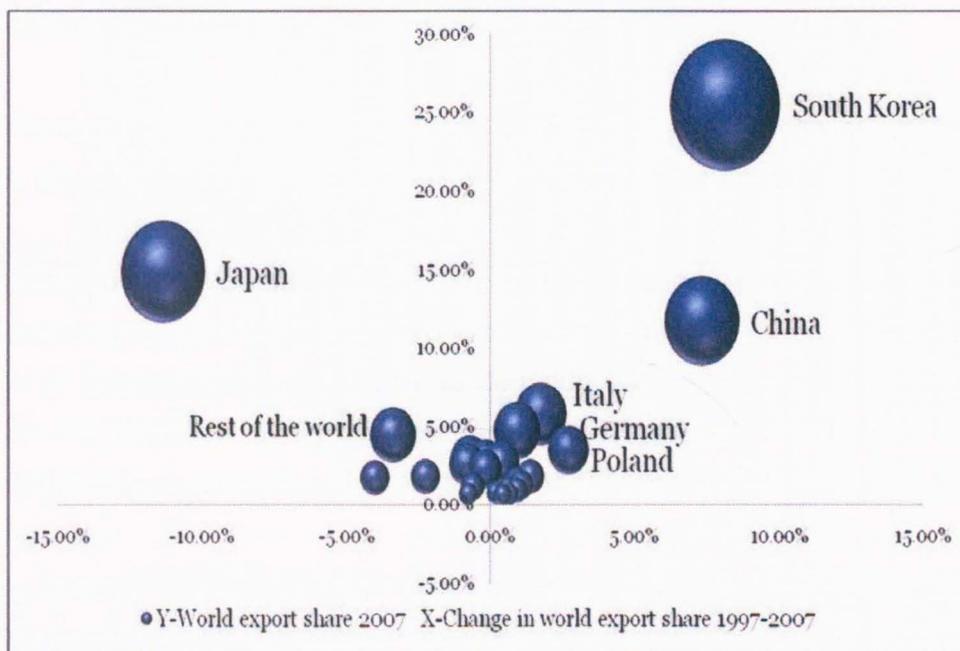


Gráfico 10. Desarrollo del clúster de la construcción naval en Corea del Sur

Fuente: Shipbuilding cluster in the Republic of Korea. Michael Porter et al. HBS, 2010

Sin embargo, hay dos asuntos que considerar para hacer referencia a la construcción de buques militares: primero, las muy destacadas cifras de Corea en su construcción naval y el liderazgo a nivel mundial está relacionado con la producción de buques mercantes especializados (porta contenedores, tanqueros, transportadores de químicos tipo LNG (*Liquid Natural Gas*), y transportadores de carros tipo *roll on – roll off*), no con buques militares; segundo, la reducción de los costos de construcción no son un factor significativo para buques de guerra.

En los buques de guerra con capacidades estratégicas, el sistema de combate, incluyendo todas las armas y sensores abarca alrededor del 60% o más del costo final del buque. Dado que este material militar es GFE (*Government Furnished Equipment*), el astillero no tiene mayor control sobre este valor. Por otra parte, los costos de planeamiento oscilan alrededor del 15%, así que hay un máximo del 25% dentro del cual se pueden reducir costos por las capacidades de producción de los astilleros, en detrimento del cumplimiento de los estándares militares y de la calidad del material en la mayoría de los casos<sup>102</sup>.

En contraparte, se pueden mencionar tres aspectos que favorecen el crecimiento del clúster en Corea del Sur en pro de la construcción de buques militares.

Primero, muchos buques mercantes han sido utilizados como buques de guerra, especialmente para sostener el esfuerzo logístico o desarrollar operaciones anfibas. Tal es el caso de Estados Unidos al final de la Segunda Guerra Mundial y Reino Unido en la Guerra de las Malvinas que hizo una rápida conversión de 49 buques mercantes poniéndolos a desarrollar roles militares durante la Guerra de las Malvinas<sup>103</sup>.

Segundo, la complejidad tecnológica de buques mercantes especializados, como los cargueros de LNG es considerablemente alta frente a los buques mercantes convencionales como los de carga general, así que sería equivocado pensar que no están en capacidad de desarrollar buques militares de alta tecnología<sup>104</sup>.

Tercero, Corea del Sur es un país en amenaza de guerra permanente, por lo cual han desarrollado una industria militar en el estado del arte que la han integrado a su flota naval, tanto en los buques de última generación, como en los sistemas de armas que

---

<sup>102</sup> DUREN, Bernard & POLLARD, James. Total ship system engineering, vision and foundations. Naval Surface Warfare Center. Dahlgren (VA), 1995. P. 3.

<sup>103</sup> COLLINS, Gabriel y GRUBB, Michael. A comprehensive survey of China's dynamic shipbuilding industry. China Maritime Studies Institute. US Naval War College. Newport (RI), 2008.

<sup>104</sup> BIRKLER, John et al. Differences between military and commercial shipbuilding. Implications for the United Kingdom's Ministry of Defence. Santa Monica (CA), 2005. P 28.

llevan abordo<sup>105</sup>. Prueba de ello son los destructores de la clase *Sejong The Great*, que cuentan con el sistema de combate AEGIS y el radar multipropósito SPY-1D.



Destructor clase *Sejong The Great*. Se observa uno de los paneles del radar SPY-1D así como unas formas muy similares a los destructores de la clase *Arleigh Burke*.

Fuente: Archivo fotográfico Republic of Korea Navy

De esta manera, el proceso de planificación y adquisición naval en la ROKN (*Republic of Korea Navy*), así como el desarrollo de la tecnología electrónica y de construcción naval necesaria para el escenario en que se desenvuelve, han experimentado cambios sustanciales debido a los avances tecnológicos, nuevas amenazas y en especial, a las constantes tensiones con Corea del Norte.

Para desarrollar este proceso de planificación, han aplicado una aproximación de la ingeniería sistémica, con el fin que los buques satisfagan las necesidades de la ROKN, conocida como TISNE (*Technical Information System for Naval Engineering*), la cual es una herramienta de arquitectura sistémica que funciona con interfases entre múltiples usuarios, cuyo concepto es el soporte constante del buque durante su ciclo de vida.

---

<sup>105</sup> Chung-in, Moon & Jae-Ok, Pae. Defense innovation and industrialization in South Korea. California Institute on Global Conflict and Cooperation. Policy Brief No. 14. Santa Monica (CA), 2010. P. 2.

La capa de aplicación es el núcleo del sistema. Los oficiales de diseño de la ROKN utilizan esta interfaz para la definición del diseño. Primero, se puede gestionar de forma efectiva el diseño en todas sus etapas, incluyendo investigación y desarrollo, así como la adquisición de la unidad. Basados en el sistema de gerencia de proyectos, se puede desarrollar el diseño conceptual, utilizando el sistema de ingeniería de diseño y el sistema de gestión del conocimiento. Toda la información, incluyendo estándares militares, reportes de diseño, formas del casco, planos y tecnologías en general están almacenadas en el sistema de gestión del conocimiento<sup>106</sup>.

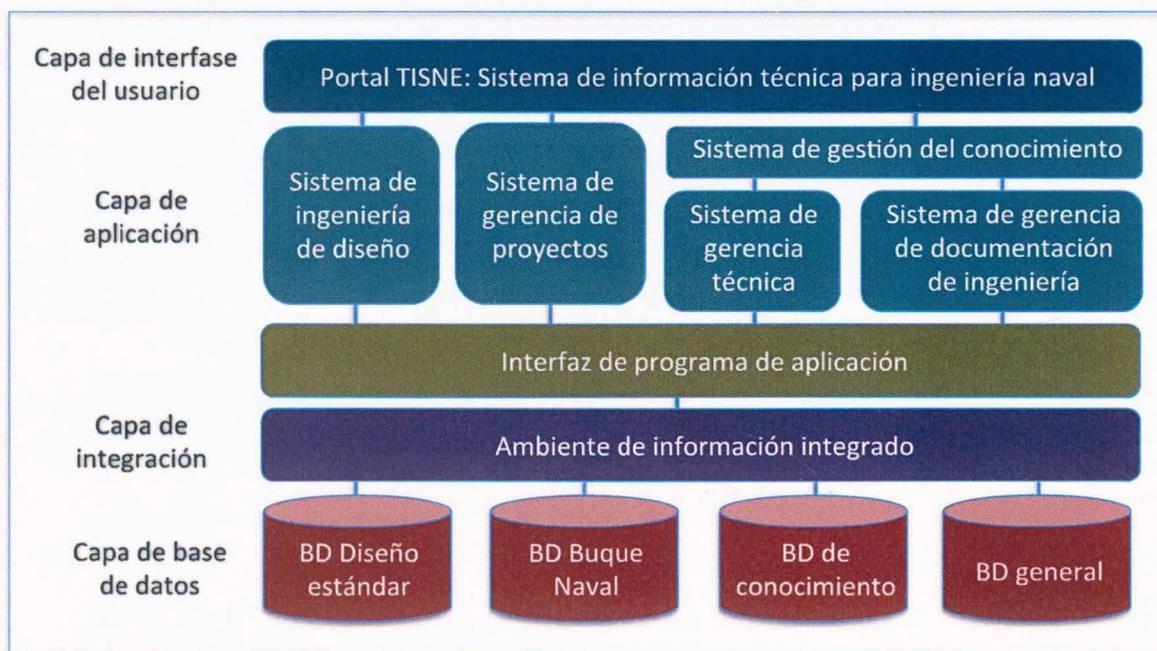


Gráfico 11 Sistema de información técnica para ingeniería naval

Fuente: Diseño conceptual de buques en la ROKN. Choi, H. NPS, 2010

El proceso es el siguiente: primero, se genera un documento denominado Requerimientos de Capacidad Operacional, en el cual se consigna la misión y los roles que permiten desarrollar los conceptos operacionales y se plantea la investigación tecnológica asociada; segundo, desde el sistema TISNE, particularmente en el módulo

<sup>106</sup> CHOI, Hanwool. Naval ship concept design for the Republic of Korea Navy: a systems engineering approach. Naval Postgraduate School. Monterey (CA), 2009.

correspondiente a la ingeniería sistémica de diseño, se desarrolla la síntesis del buque, que se explica en el gráfico siguiente; tercero, los sistemas C4I (Comando, control, comunicaciones, equipos de cómputo e inteligencia) son seleccionados a través de estudios de alternativas; cuarto, con base en el diseño final se hace la estimación de costo definitiva.

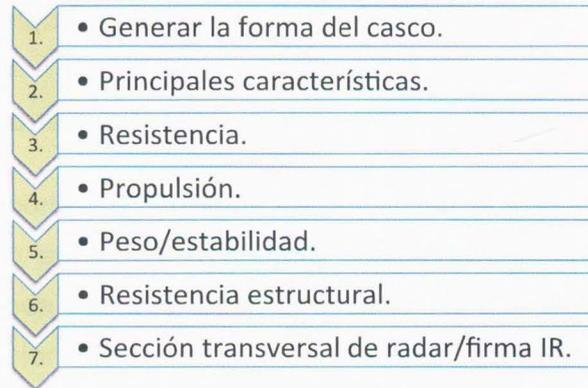


Gráfico 12. Proceso de síntesis del buque utilizando el sistema de ingeniería de diseño

Fuente: Diseño conceptual de buques en la ROKN. Choi, H. NPS, 2010

## **8. IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS USADAS POR OTROS PAÍSES PARA MEJORAR EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y ADQUISICIÓN DE BUQUES EN LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

Para el presente capítulo se tomaron en cuenta los procesos realizados en los países de referencia del capítulo 7, así como apartes puntuales de otros países en literatura complementaria del estado del arte.

### **8.1 Las recomendaciones de la GAO (Estados Unidos)**

De acuerdo con el reporte del año 2009 de la Oficina de Contabilidad del Gobierno de Estados Unidos (GAO), armar la estructura de costos al interior de la Marina de ese país puede ser un error, toda vez que, dada la importancia que significa reducirlos para la industria naval, es mejor que se ésta quien plantee las prácticas más apropiadas, en virtud de su mayor conocimiento del sector de la construcción naval. Para tal efecto le propusieron 11 recomendaciones al Departamento de Defensa<sup>107</sup>:

- 1) Definir un enfoque para la adquisición de buques que muestre un balance entre los requisitos del programa, la demanda tecnológica y las consideraciones de costo en la revisión del diseño preliminar.
- 2) Definir un enfoque para la adquisición de buques que exija la eliminación del riesgo técnico y el cierre de las brechas existentes dentro de los requerimientos de diseño, antes de la firma del contrato.
- 3) Definir un enfoque para la adquisición de buques que exija estabilizar el diseño y modelado del buque, con el fin que los planos que se le entreguen al astillero constructor permanezcan estables, antes de iniciar la construcción del buque.
- 4) Requerir que en la revisión del diseño preliminar, las tecnologías críticas hayan sido desarrolladas en prototipos representativos y debidamente probadas en ambientes reales de operación.

---

<sup>107</sup> Government Accountability Office. Best Practices: High levels of knowledge at key points differentiate commercial shipbuilding from Navy shipbuilding. Report to Congressional Committees. Washington, D.C., 2009. Pp. 57-58.

- 5) Requerir en la revisión del diseño preliminar que la Marina, en cooperación con la industria, haya hecho un análisis de costos y compensación de requisitos que puedan identificar formas de reducir los requerimientos técnicos del buque.
- 6) Requerir que antes de la firma del contrato, las tecnologías críticas estén maduras en prototipos reales probados satisfactoriamente en ambientes reales de operación.
- 7) Requerir que antes de la firma del contrato que la Marina le brinde tiempo suficiente al astillero constructor para discutir y entender los aspectos técnicos del nuevo buque, así como resolver las diferencias críticas.
- 8) Requerir que antes del inicio de la construcción el diseño sea estabilizado a través del diseño funcional y el modelado 3D, con la respectiva verificación que esté todo completo, para que el diseño incorporado permanezca estable.
- 9) Reportar ante el Congreso los avances y cambios requeridos durante el proceso de construcción de los nuevos buques<sup>108</sup>.
- 10) Revisar por parte del Departamento de Defensa las capacidades de la Marina para efectuar una supervisión apropiada de los contratos de construcción de buques y poder hacer los cambios necesarios durante el proyecto.
- 11) Evaluar por parte del Departamento de Defensa si la Marina es consciente de proporcionar un tamaño de flota que esté acorde tanto con los requisitos técnicos como con las limitantes de costos en sus nuevos buques.

## 8.2 Lecciones del TSSE (Estados Unidos)

Algunas de las lecciones más significativas del proceso de TSSE (*Total Ship System Engineering*) son: primero, se estableció un vocabulario común (léxico) entre los distintos equipos de ingeniería; segundo, se desarrolló un proceso TSSE común para cerrar la brecha entre los sistemas del buque y los procesos de diseño de los sistemas misionales; tercero, se incorporó la gestión del riesgo, la gestión de la configuración y el

---

<sup>108</sup> Esta sugerencia recibió sólo aceptación parcial por parte del Departamento de Defensa, dado que siempre hay riesgos en la construcción de buques de guerra, que por los tecnicismos involucrados, deben ser negociados y afrontados al interior de la Marina y el astillero constructor sin que deba ser elevado hasta el nivel del Congreso.

desarrollo tecnológico tanto en las etapas iniciales como a lo largo del proceso de ingeniería sistémica<sup>109</sup>.

### **8.3 Lecciones del método SEDP (Estados Unidos)**

La aproximación de esta metodología reciente permite abordar el diseño del buque desde dos perspectivas opuestas que se encuentran cuando hay que entrar a desarrollar el concepto del diseño para pasar a plasmar un diseño preliminar. La ventaja es que integra dos equipos de trabajo que satisfacen la necesidad de manera integral, la desventaja es que requiere mayor cantidad de gente en el área de planeamiento y más tiempo de trabajo, más aún cuando los pasos que define este proceso requieren de ciclos iterativos, es decir, de múltiples revisiones sucesivas que permita ajustar la visión combinada de metodologías de aproximación al diseño del buque.

### **8.4 El nivel de los requerimientos (Reino Unido)**

El desarrollo de un diseño contractual entre una Marina y su astillero natural requiere de una definición de roles en cuanto a los requerimientos del programa, es decir, la Marina debe concentrarse en su función de establecer requisitos en el nivel más alto y revisar los del nivel inferior, que corresponde su definición a las capacidades propias del astillero. Por su parte el astillero hace una aproximación en sentido contrario, es decir, plantea las definiciones óptimas de los equipos y sistemas y apunta al cumplimiento de la necesidad, definida en el nivel de mando de la Marina.

### **8.5 La participación activa del cliente y los usuarios (Reino Unido)**

La mayor participación del cliente y los usuarios permitirán contar con buques que satisfagan mejor la necesidad y alinee el planeamiento inicial con el diseño definitivo, más cuando se sugiere que las revisiones dentro del proceso sean iterativas. Por otra parte, la mayor participación permitirá definir con claridad el concepto de uso, en el entendido que se asume el conocimiento de las misiones típicas pero no se hacen

---

<sup>109</sup> RIVERA, Miguel & WILLIAMS, Mark. Total Ship System Engineering employing department of defense architecture framework approach. Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division. Dahlgren (VA), 2010. P. 5.

explícitas dentro de la documentación de soporte, así mismo permitirá evaluar cómo el diseño satisface los requerimientos de desempeño logística, gerencia del proyecto, medio ambiente, recursos humanos, pruebas, entre otras, con el fin de tener un estudio exhaustivo que se satisfaga verdaderamente la necesidad y considere los puntos de vista de los actores involucrados en el proceso.

### **8.6 Los hitos de revisión (España)**

Un proceso exhaustivo como la planeación y adquisición de un buque debería contar con múltiples revisiones del proyecto que se constituyan como hitos o puntos de decisión entre la Marina y el astillero, con el fin de analizar los resultados de las actividades desarrolladas e impartir directrices para continuar el proceso. La dirección, seguimiento y control del programa de desarrollo del buque debe ser un trabajo periódico entre las partes.

### **8.7 La directiva de programa (España)**

Este documento imparte instrucciones desde lo más alto del mando naval para la participación de las distintas jefaturas involucradas en el proceso. Al no ser recargada la responsabilidad en el astillero o en una sola de las jefaturas hay mayor participación de las oficinas de planeación de cada jefatura, lo cual, si bien puede parecer un grupo disperso, es incluyente porque mantiene a las partes involucradas permanentemente dentro del proyecto y con responsabilidades particulares de trabajo sobre el mismo.

### **8.8 La integración de sistemas de gestión (Corea del Sur)**

Los procesos de planeación y adquisición de buques requieren no sólo la apropiación del conocimiento al interior del astillero, sino al interior de la propia Marina, con el fin de contar con herramientas suficientes para definir las necesidades de forma más exacta, de tal manera que se pueda generar información técnica que nutra a los oferentes y que permita al grupo de supervisión contar con herramientas suficientes para exigir el cumplimiento de las necesidades. Por otra parte, la información centralizada permite

apoyar el trabajo de investigación y desarrollo requerido para planear el buque y que más actores puedan participar en las fases de diseño.

### **8.9 Las capacidades de diseño propias<sup>110</sup> (Países bajos)**

Pocos países del mundo conservan su capacidad de diseño propia y otros procuran tenerla, lo que garantiza la habilidad de desarrollar estudios independientes, el diseño conceptual y el diseño preliminar, como insumos para el proceso de toma de decisiones que se define al interior del gobierno. Por otra parte, la capacidad de adquirir equipos e integrarlos al interior de la Marina, mediante el Centro de automatización de sistemas de misión crítica (CAMS), brinda una capacidad diferencial frente a países de la región, por el conocimiento logrado y por la implementación de un estándar a bordo de todos sus buques; por lo tanto, durante el proceso de compra, la Marina es la responsable de por la ejecución de las partes más importantes del proyecto. Este país cuenta, al igual que Colombia, con un astillero natural, que construye los buques de la Marina, manejando procedimientos propios y estándares competitivos, a precios racionales. Dadas sus capacidades, al interior de la Marina se pueden desarrollar partes del diseño detallado, que posteriormente son entregadas al astillero constructor.

### **8.10 Equipos de proyecto integrado<sup>111</sup> (Finlandia)**

La integración del proyecto, desde sus inicios con las capacidades en la industria local y en las universidades permiten identificar soluciones en menores costos, acceso a tecnologías recientes y mayor transparencia. Estos costos de las investigaciones son sufragados con presupuesto de la Marina. Al interior de ésta, los equipos de trabajo son multidisciplinarios para atender los requerimientos operacionales y técnicos del nuevo buque. Al contrario de muchos países que desarrollan su diseño de sistemas propio y luego salen al mercado a buscar el oferente que lo pueda suplir, desde un comienzo del proyecto salen al mercado para ver qué industria puede suplir la necesidad de una manera diferente, abordando un método *top-down* (Anexo B) para la planificación.

---

<sup>110</sup> NATO Naval Group. Working Paper on Small Ship Design. Istanbul, 2004. P. 67.

<sup>111</sup> *Ibid.* P. 72.

## 8.11 La negociación (Portugal)

Hoy en día la negociación no es sólo un arte sino una ciencia<sup>112</sup>. Dado que las grandes líneas de manufacturas de los monopolios del siglo XX son cosa del pasado, debido a requerimientos cada vez más complejos del cliente y a la globalización, la diferenciación de productos es la que marca la tendencia en la selección de la mejor alternativa. En virtud de lo anterior, el armador de un buque tiene mayor capacidad de participación, decisión e influencia en el precio del producto durante la negociación, razón por la cual la licitación pública se convierte en el modelo ideal para salir a contratar la construcción de un buque; sin embargo, los buques de guerra con capacidades estratégicas tienen componentes y estándares militares que los convierten en productos altamente complejos, razón por la cual se debe efectuar un estudio de mercado en astilleros especializados que efectivamente puedan suplir las especificaciones técnicas definidas para el nuevo buque<sup>113</sup>.

Por otra parte, cuando la negociación se hace directamente con un solo astillero, debe haber participación del personal técnico especializado del Ministerio de Defensa, incluso del Primer Ministro<sup>114</sup>. La razón que motiva lo anterior es que se tratan de buques con capacidades estratégicas que le apuntan a la misión primaria de la defensa de la nación y que al interior de la Armada no suele haber personal realmente experto en asuntos de negociación.

Dado que las principales universidades del mundo han desarrollado escuelas de negociación y que la sofisticación en los negocios es precisamente uno de los dos indicadores claves para evaluar la competitividad de las economías más avanzadas<sup>115</sup>, este asunto reviste una importancia primaria, que no debe ser relegada exclusivamente a la Armada, a no ser que realmente haya una formación en negociación del personal involucrado al más alto nivel.

<sup>112</sup> HACKLEY, Susan. Program on Negotiation. Harvard Law School. Cambridge (MA), 2012.

<sup>113</sup> NATO. Naval Group. Working Paper on Small Ship Design. Istanbul, 2004. P. 69.

<sup>114</sup> *Ibíd.*

<sup>115</sup> SCHWAB, Klaus. The Global Competitiveness Report 2012 – 2013. World Economic Forum. Geneve, 2012. P. 7.

## 8.12 El análisis de riesgos (Estados Unidos)

El riesgo se comporta como una tercera dimensión que enriquece el análisis costo – efectividad para pasar a una aproximación que pretende optimizar el ciclo de vida costo – riesgo – efectividad del sistema de buque total<sup>116</sup>. El siguiente gráfico muestra la diferencia del espacio atributo objetivo en una aproximación 2D y una 3D.

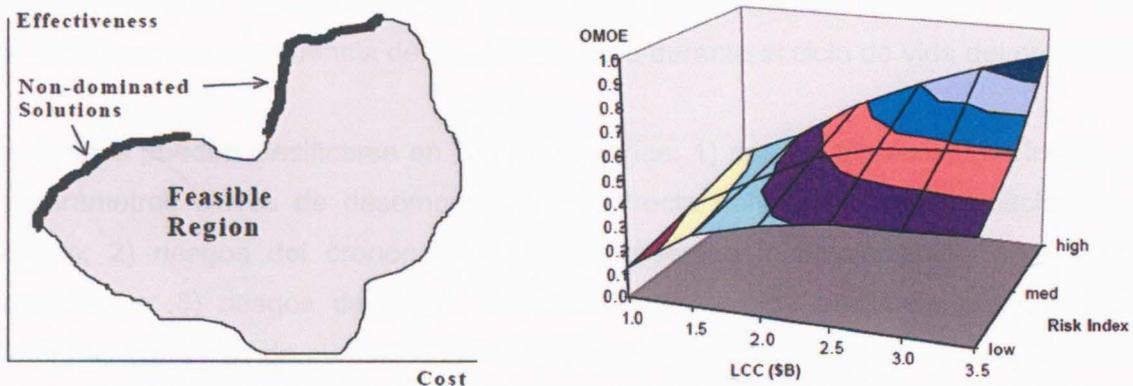


Gráfico 13. Diferencia de una aproximación 2D y una 3D en un modelo de optimización

Fuente: Brown, A. & Thomas, M. American Society of Naval Engineers

En la gráfica de la izquierda se observa una solución de un modelo costo efectividad, donde la curva resaltada representa a las variables dominantes sobre una frontera de Pareto, donde la selección de la mejor alternativa dependerá de la relación costo vs. efectividad que esté manejando el tomador de decisiones, como se maneja en la actualidad en la Armada, no sólo para selección de buques sino para la mayoría de proyectos de inversión.

Cuando se involucra la tercera componente, el riesgo, como se presenta en el gráfico de la derecha, los puntos sobre la superficie representan las alternativas de buques factibles y puede levantarse un plano para parámetros de diseño específicos. Con esta

<sup>116</sup> BROWN, Alan & THOMAS, MARK. Reengineering the naval ship concept design process. From research to reality in ship system engineering symposium. American Society of Naval Engineers. Monterey (CA), 1998. P. 2

superficie se puede presentar ante los tomadores de decisiones un rango completo de alternativas que involucran componentes de costo, riesgo y efectividad para facilitar un selección de la alternativa óptima, que si bien es más complejo que el modelo que ya está familiarizado en 2D, involucra una variable que no se había tenido en cuenta, que es independiente del costo y de la efectividad y que permite seleccionar conceptos de diseño específicos para análisis posteriores.

En el proyecto PES se están considerando los tres ejes, con el fin de hacer una aproximación de la medida total de efectividad, como función del costo y el riesgo, dado que el riesgo es consecuencia de la incertidumbre durante el ciclo de vida del proyecto.

Los riesgos pueden clasificarse en cinco categorías: 1) riesgos técnicos, que involucran los parámetros claves de desempeño y su correcta definición y especificación en el contrato; 2) riesgos del cronograma, que representan incumplimientos de los hitos programados; 3) riesgos de costo, relacionan las posibles adiciones presupuestales requeridas con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto; 4) riesgos del mercado, relacionados con la disponibilidad necesaria para producir el buque con sus equipos y sistemas asociados; 5) otros riesgos, que incluyen excesiva rotación de personal e información inexacta<sup>117</sup>.

Abordar una metodología de análisis y mitigación exitosa de riesgos es un asunto tan amplio, que da para otro trabajo de grado. A manera de referencia inicial se propone una metodología de cinco pasos que ha sido utilizada en múltiples proyectos del sector defensa, que son: identificación, análisis, priorización, solución y monitoreo<sup>118</sup>.

La Identificación permite generar una amplia lista de riesgos, donde cada uno debe estar asociado a un componente de tiempo estimado sobre cuándo sucederá, así como a una medida de su posible impacto. El Análisis permite identificar las posibles causas del riesgo y estimar la probabilidad de ocurrencia del mismo. La Priorización permite al

<sup>117</sup> LAVERSON, A. & SAN MIGUEL, J. An analysis of the future combat system (FCS) spin out 1 low-rate of initial production (LRIP) Contract. Naval Postgraduate School [online]. Consultada el día 26 de Julio de 2013. Disponible en: <URL: <http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/TR/2009/NPS-GSBPP-09-024.pdf>>.

<sup>118</sup> SMITH, P. & MERRITT, G. Proactive Risk Management. Productivity Press. New York, 2002. P. 25.

personal de planeación comparar los riesgos para clasificarlos de acuerdo con su nivel de impacto y facilitar el manejo ágil de los riesgos menores, así como identificar los más críticos, en los cuales se canalizan los recursos para su mitigación o transferencia. La solución consiste en el desarrollo de un plan de acción para los riesgos más críticos identificados durante la priorización. El monitoreo permite asegurar que los planes de acción se lleven a cabo según hayan sido estructurados.

El siguiente diagrama resume el proceso de gestión de riesgos descrito.



Gráfico 14. Proceso de gestión de riesgos<sup>119</sup>

<sup>119</sup> LAVERSON, A. & SAN MIGUEL, J. An analysis of the future combat system (FCS) spin out 1 low-rate of initial production (LRIP) Contract. Naval Postgraduate School [online]. Consultada el día 26 de Julio de 2013. Disponible en: <URL: <http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/TR/2009/NPS-GSBPP-09-024.pdf>>

## **9. PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LOS FUTUROS BUQUES DE LA ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

El planteamiento de la metodología actual incluye múltiples herramientas que lo hace virtuoso, moderno y útil para las necesidades de la Armada, pero cuando el modelo se ha llevado a la práctica, se han presentado dificultades que hicieron necesaria una revisión del proceso, con el fin de facilitar su actualización, por lo cual, a continuación se presentan las propuestas de mejora.

### **9.1 La planeación estratégica**

A nivel procedimental es un análisis eficiente y que usa herramientas actuales, que permiten definir unos escenarios, a partir de los cuales se desarrolla el planeamiento de fuerza. Sin embargo, el planeamiento del más alto nivel en la Institución se desarrolla en un grupo cerrado que por lo general no cuenta con oficiales de todas las especialidades en la Armada, lo que significa que este trabajo se realice con una aproximación limitada. Revisar si la actual prospectiva de medios en los planes actuales realmente sufre las necesidades de medios de la Institución hacia el año 2030, se deja como sugerencia para el planteamiento de un nuevo trabajo de grado.

La recomendación necesaria en este paso es que la Jefatura de Planeación integre a las oficinas de planeación de todas las direcciones y comandos dentro de la Institución, de tal forma que la visión de quienes hacen la prospectiva no se vea sesgada por su especialidad o su experiencia profesional, sino que recoja una visión de todos los componentes que permita orientar el planeamiento de fuerza en un panorama más completo.

Por su parte, COTECMAR debe tomar los documentos de prospectiva de la Armada como su orientación hacia el desarrollo de capacidades, con el fin de adelantar la fase de investigación y desarrollo necesaria para suplir los requerimientos de las nuevas unidades a flote.

## **9.2 Las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño**

### **9.2.1. Sobre el nombramiento de los expertos**

Múltiples documentos insisten en el acompañamiento de los expertos a lo largo de la espiral de diseño del buque, en tal virtud, lo que se sugiere es que sean los mismos que acompañen todo el proceso. Con el fin de contar con la participación de las jefaturas involucradas con el nuevo buque durante todo el proceso, se sugiere que sean los mismos oficiales de planeación de las jefaturas los que estén involucrados en el proceso, primero, porque su función primaria, su cargo principal, está relacionada con la planeación dentro del nivel de la jefatura; segundo, tiene dominio de metodologías de toma de decisiones, por lo cual su aporte en las reuniones de expertos será mayor; tercero, representa los intereses de su jefatura en el diseño del buque.

Por otra parte hay dos tipos de funcionarios que deben estar permanentemente trabajando con COTECMAR, a manera de oficina de diseño, en todas las fases de planeamiento del nuevo buque. Primero, el gerente del proyecto nombrado por la Armada, que es la persona que está siguiendo todos los pasos del proceso, que si bien tiene múltiples funciones para impulsar el proyecto, debe estar casi de forma permanente al tanto de la evolución del diseño del proyecto. Segundo, la Armada debe nombrar al menos cinco oficiales, tres de la especialidad ejecutivo ingeniero (Análisis de requerimientos, dimensionamiento del buque, estimación de pesos, estructura del casco, cálculo de potencia, disposición general, estabilidad, etc.) y dos de especialidad ejecutivo superficie (dimensionamiento del sistema de combate, sensores, armas, compatibilidad electromagnética, puente integrado, etc.), cuyo cargo principal sea diseñador, con el fin que acompañen de forma permanente a COTECMAR en el día a día de las fases de diseño.

### **9.2.2 La Jefatura de Nuevas Construcciones**

A lo largo de los procesos de planificación y adquisición de buques revisados en el presente trabajo, se hizo evidente que una Armada que pretenda desarrollar buques con

capacidades estratégicas propias requiere apropiar el conocimiento adquirido. En la actualidad, esta responsabilidad se le ha trasladado a COTECMAR y la Armada se ha desligado de una responsabilidad intrínseca, lo cual ha sido ampliamente expuesto a lo largo del capítulo 6 del presente trabajo.

Con referencia al macro proyecto PES, la naturaleza de la organización en la Armada llevó a que la entonces Dirección de Desarrollo Institucional (DIDIN) planteara las primeras aproximaciones en el año 2008, pero no empezó como una organización robusta, sino que se dejó en cabeza de funcionarios particulares, sin perjuicio de su desempeño en otros cargos, como sigue siendo hasta la actualidad, donde la misma cabeza del proyecto tiene otro cargo que requiere toda su atención.

Por lo tanto, para que quede trazabilidad del proyecto y se apropien los conocimientos al interior de la Institución, se requiere una dedicación exclusiva de cierto grupo de oficiales, suboficiales y civiles para la planificación y adquisición de los nuevos buques de la Armada, dada la altísima relevancia que significa la proyección de los medios, lo cual ha quedado de manifiesto en la proyección de los planes de largo plazo.

Proyectos como las fragatas españolas F-100 o el grueso de los buques de la Marina de Estados Unidos, tienen un grupo multidisciplinario que planea los buques, en cabeza de un oficial de insignia. En concordancia con lo anterior, la Armada, en su momento creó la Jefatura del Plan Orión, que luego pasó a ser Dirección y que hoy se encuentra en proceso de transformación. Finalmente, de la información generada sobre los buques desarrollados a lo largo de este importante plan (buques patrulleros de zona económica exclusiva, buques patrulleros de costa, lanchas patrulleras de río y lanchas de desembarco anfibio), tan sólo quedaron unos planos básicos y una información contractual que no se constituye como información suficiente para el planeamiento hasta el nivel de diseño contractual de ninguno de los buques construidos; por el contrario, la información de estos buques pasará al archivo de la Jefatura de Material, cuya función esencial no es el planeamiento de los buques sino el mantenimiento y reparación de los mismos.

Esencialmente las labores de diseño y de mantenimiento son radicalmente diferentes. Juntar el proceso de planeación y adquisición de buques con el de mantenimiento y reparación de éstos en cabeza de una sola jefatura es evidentemente errado. Delegarle a la Jefatura de Planeación la responsabilidad de la proyección de los medios, cuando su función principal está más asociada hacia el manejo presupuestal también tiende a ser equivocado. Por lo tanto se propone una Jefatura intermedia que se encargue de proyectar la esencia misma de una Marina, como son sus buques, es una labor que no debería ser relegada al nivel de una dirección. Debe estar en cabeza de un oficial de insignia, que dada su participación en el Consejo de Almirantes, le permita tener la visión necesaria para la proyección de los medios que la Armada necesita.

La composición, funciones, responsabilidades y cargos al interior de esta jefatura debe ser estructurada por la Dirección de Gestión Organizacional, como ente encargado de la organización institucional, junto con el personal actualmente involucrado en el macro proyecto PES, sin embargo su estructura podría ser similar a la creada en su momento para la Jefatura del Plan Orión.

Por otra parte no puede concebirse sólo una jefatura temporal para el macro proyecto PES. Colombia tiene amenazas reales sobre el archipiélago de San Andrés y la costa de La Guajira, que requieren la previsión de verdaderos buques de desembarco anfibio; igualmente, requiere prever el reemplazo de los submarinos a 20 años, los helicópteros navales, entre otras, que hacen de la mayor relevancia tener una Jefatura de Nuevas Construcciones fortalecida y debidamente estructurada, con personal de las mayores competencias académicas y profesionales para la adecuada proyección de los medios.

### 9.2.3 La construcción de la medida total de efectividad.

El procedimiento actual permite hacer una aproximación importante para definir el buque que se quiere en términos de medidas de efectividad y medidas de desempeño. Sin embargo no existe un filtro apropiado sobre las variables que afectan al modelo de

efectividad, lo cual permitiría inferir que se pueden estar considerando algunas medidas de desempeño triviales. En aras de propender por ser más rigurosos en el desarrollo de la medida total de efectividad, o simplemente por su falta de experticia en el desarrollo de modelos de toma de decisiones, los expertos nombrados suelen incurrir en construir unos árboles de decisión excesivamente complejos, llenos de múltiples niveles y diversas categorías de jerarquización, con múltiples variables, que finalmente, por su poco peso dentro de la medida total, no afectan la decisión, por el contrario, dificultan la evaluación de la medida total de efectividad y aumentan innecesariamente el tiempo de ésta, ocasionando costos extra.

Para determinar cuáles son las medidas de desempeño triviales, de tal manera de sólo modelar las más útiles dentro de la medida total de efectividad, se propone implementar factores de correlación entre las variables. Si bien el software Microsoft Excel permite comparar las relaciones entre dos variables aleatorias cuantitativas, una modelación de qué tanto cada uno de los factores afectan a todos los de la matriz, puede ser modelado utilizando el software MICMAC, el cual permite filtrar los factores de mayor relevancia para construir un modelo con variables más robustas. Lo anterior se traduce en la construcción de una matriz de impactos cruzados que incluya todas las medidas de desempeño para cada nivel jerárquico del árbol de decisión. Es importante que en aras de pretender agilizar no se haga una matriz gigantesca para todas las medidas de desempeño, dado que habrán algunas que no guarden la más mínima relación con otras de manera obvia, por lo tanto se sugiere agrupar en las relacionadas con las características técnicas, otra con las capacidades operacionales y otra con costo, aunque eventualmente pudiera haber más grupos de afinidad. El resultado de esta comparación por pares permitirá hacer evidente las variables más representativas, que son las que se incluirán de forma definitiva en el modelo de efectividad.

#### 9.2.4 La ponderación de la medida total de efectividad

La evaluación del peso específico de la medida de desempeño está presentando confrontaciones dentro del grupo de expertos dados sus propios intereses, conocimientos, experiencias y relaciones de poder, lo cual agrega un nivel de

subjetividad no deseable dentro de la evaluación del modelo, desde el punto de vista técnico. La propuesta de mejora está en que cada uno de los expertos haga la ponderación de los pesos específicos de las medidas de desempeño por aparte y haga la correspondiente justificación de cada uno de ellos, lo que permite desarrollar argumentación y contra argumentación sobre cada medida en pro de tener un soporte técnico y operacional.

Una vez realizada la evaluación individual inicial de los expertos hay dos caminos: primero, se promedian los porcentajes y se obtiene una medida de desempeño promedio basada en valores matemáticos puros; segundo, se socializan las evaluaciones de cada experto, de tal manera que haya más herramientas de juicio para cada uno de ellos y la evaluación de ponderación de pesos específicos se vuelve a realizar, siguiendo el modelo iterativo, de tal manera que los resultados de la segunda evaluación puedan ser promediados y contar con una evaluación objetiva, soportada en conocimientos y experiencias propias, conocimientos y experiencias del grupo y soporte matemático consistente. El software *Expert Choice* presenta una herramienta denominada "Combinar", que integra el trabajo de evaluación de cada experto y los promedia, permitiendo agregar o eliminar miembros al grupo.

Cuando este procedimiento ha sido llevado a cabo, cada uno de los miembros del grupo de expertos está en capacidad de ir a soportar ante el mando los criterios establecidos para valorar cada peso específico del árbol de decisiones.

#### 9.2.5 Las dimensiones principales

Dado que en esta fase aún no hay limitaciones presupuestales, hay una tendencia a elevar las cantidades y sobredimensionar las restricciones al diseño. La forma de solventar la tendencia a pedir más de lo necesario radica en el grupo de expertos y en la experiencia del moderador y el oficial de mayor graduación, quienes deberán orientar los conceptos hacia lograr la mejor relación costo – beneficio. Sin embargo se recomienda considerar la aplicación del umbral de rentabilidad, con el fin de hacer cálculos sobre los retornos esperados de la inversión en el nuevo buque, cómo pueden solventar los costos

derivados de la inversión, tanto en adquisición, como en operación, mantenimiento y disposición final, lo cual servirá de soporte para sustentar la solicitud de recursos respectiva.

#### 9.2.5 El documento de especificaciones de desempeño y restricciones al diseño

Para integrar a la Jefatura de Operaciones (JONA) y vincular a que la Jefatura de Material Naval (JEMAN) esté permanentemente acompañando el proyecto, se requiere que el documento de "Especificaciones de desempeño y restricciones al diseño" sea exactamente el mismo documento de "Concepto Operacional", que es el que solicita JEMAN que tenga la firma de JONA antes de iniciar el trabajo de especificaciones técnicas. En la actualidad este documento sólo lo firman los miembros del grupo de expertos y COTECMAR lo tiene como la referencia del diseño conceptual. Dado que este documento define la terminación de la fase conceptual a nivel de la Armada, requiere que sea firmado por el comité de expertos sólo a manera de elaboración, pero requiere revisado por parte de los jefes de jefatura involucrados, al menos JONA, JEMAN y la Jefatura de Planeación (JEPLAN); así mismo requiere el aval del Consejo de Almirantes y la firma definitiva del Comandante de la Armada Nacional. Lo anterior lo convierte en un documento del llamado concepto de operaciones en la Marina de Estados Unidos, describiendo las misiones y roles, a la vez que permite integrar a COTECMAR y JEMAN desde el inicio de la fase de diseño preliminar.

#### 9.2.6 El diseño preliminar

Los cuatro oficiales más el gerente del proyecto que se sugirieron al inicio del capítulo como personal de planta en las fases de diseño conceptual del nuevo buque, pertenecientes a la Jefatura de Nuevas Construcciones propuesta, deben ser los cinco oficiales que luego el Segundo Comandante nombrará como comité técnico estructurador, quienes terminarán realizando, en conjunto con COTECMAR las especificaciones técnicas definitivas, sin que por ello se desliguen los oficiales de planeación de las jefaturas involucradas, así como el oficial de planeación de Infantería

de Marina o de Guardacostas, en caso que estos componentes sean los usuarios finales de la nueva unidad, con quienes se realizarán reuniones periódicas con el fin de involucrar a las jefaturas interesadas en el desarrollo del proyecto y hacer las actualizaciones que correspondan en el mismo.

#### 9.2.7. Otras consideraciones

Una vez el contrato sale adelante, dos de los oficiales que estuvieron acompañando el proyecto desde sus inicios, serán nombrados como la comisión inspectora del mismo, en virtud a que ya están completamente enterados de los pormenores del proyecto.

Por otra parte, para el planeamiento de fuerza, el costo del buque no debería considerarse solamente como la adquisición, que es el modelo de negociación actual, sino que desde el planeamiento inicial se debe considerar la dimensión temporal del buque, es decir, su costo de ciclo de vida, lo que no sólo se ajusta a las exigencias actuales de presentación de proyectos de la Dirección Nacional de Planeación, sino que permite efectuar el análisis de umbral de rentabilidad, que debe mostrar el análisis de impactos de la inversión futura.

En cuanto a los hitos del proyecto, se recomienda que el Consejo de Almirantes revise aquellos que sean más representativos, de tal manera que avale las fases del proyecto que estén completamente desarrolladas y apruebe el inicio de una nueva fase o devuelva el proyecto para revisión y correcciones, al menos en lo referente al diseño en su fase conceptual, preliminar y contractual, de forma similar al modelo *System Engineering and Design Process*, dado que actualmente sólo da una aprobación simbólica cuando el buque ya está diseñado, negociado y con presupuesto aprobado.

#### 9.2.8. Propuesta metodológica

A partir de la revisión del estado de la cuestión en cuanto al proceso propio, del estado del arte en cuanto a la revisión del proceso en múltiples países destacados en su construcción naval, de las herramientas identificadas como útiles para mejorar el

proceso propio y de las recomendaciones efectuadas al proceso actual, se presenta un gráfico donde se plantea una matriz de fases versus niveles de acción, que resume la propuesta metodológica para desarrollar el proceso de planificación y adquisición buques en la Armada República de Colombia.



Gráfico 15. Propuesta de metodología para la planificación y adquisición de buques en la Armada a nivel matricial

9.2.8.1. Métodos de planeamiento de fuerzas. La primera columna representa el método de planeamiento de la fuerza empleado, de acuerdo con el Anexo B del trabajo. Por parte del Ministerio de Defensa la proyección de las fuerzas se desarrolla con base en las capacidades que se pretenden adquirir a partir de la definición del Plan de Guerra, derivado del Comando General de las Fuerzas Militares, sobre el cual las fuerzas deben desarrollar su plan de campaña y proyectar los medios necesarios para cumplirlo. Por su

parte, el alto mando naval basa actualmente su planeación de largo plazo en un análisis prospectivo, donde se plantean los posibles escenarios y con base en los hechos tangibles del momento, se establecen las fases y tiempos de los planes estratégicos. COTECMAR y la Jefatura de Nuevas Construcciones propuesta tienen una aproximación en dos vectores convergentes. La primera aproximación es *top-down* porque pretende satisfacer los requerimientos del mando naval y a partir de unos objetivos macro ir definiendo las medidas de efectividad y las medidas de desempeño del buque; la segunda aproximación es *bottom-up* porque hay capacidades esenciales que debe tener el buque, en el caso de la PES, el sistema de armas, razón por la cual alrededor de este sistema se va desarrollando el diseño. Finalmente, la Jefatura de Incorporación y Educación Naval (JINEN) maneja un método de planeamiento basado en la tecnología, toda vez que resalta la importancia del conocimiento y de los sistemas dominantes para la concepción del nuevo buque.

9.2.8.2. Fase prospectiva. De forma previa a la fase conceptual de la espiral de diseño, se incluye la fase prospectiva, toda vez que en ésta es donde se relacionan los conceptos previos que permiten contar con las herramientas para plantear la concepción del diseño del nuevo buque.

Si bien las necesidades de los nuevos buques se proyectan al interior de la Armada, se requiere escalar esa necesidad al nivel estatal, con el fin que la proyección de la renovación de medios navales o de crecimiento de éstos se vaya planteando en los documentos de largo plazo que se generan en la Dirección Nacional de Planeación, de acuerdo con las recomendaciones que el Ministerio de Defensa hace para tal efecto. Al interior del Ministerio, particularmente en la Dirección de Ciencia y Tecnología, se están impulsando algunos proyectos especiales, dentro de los cuales se encuentra matriculada la proyección de la PES, debido a la serie de tecnologías que se requieren apropiar para el diseño y construcción del buque. Buena parte de los recursos de esta Dirección se derivan de los proyectos *offset*, donde se deben transferir tecnologías que le apunten a satisfacer las necesidades de transferencia tecnológica del proyecto.

Al interior del alto mando naval, la fase prospectiva incluye los documentos macro de planeación, tales como el Plan de desarrollo al 2030 y el plan estratégico que se desarrolla para el cuatrienio, donde se va perfeccionando la definición de los medios necesarios para la ampliación o renovación de la flota naval.

En esta fase es donde se presenta mayor trabajo aislado de la Armada y COTECMAR, precisamente porque aún no hay una definición conceptual del buque, sino que sólo hay unas propuestas de capacidades que se originan en el mando naval y que recogen una vaga abstracción de lo que se quiere. En tal virtud, la labor de vigilancia tecnológica y formación de personal especializado que hacen ambas partes le apunta a contar con unas capacidades generales, más que a definir un producto. El astillero, por aparte va adelantándose a las necesidades institucionales, partiendo de sus desarrollos anteriores, estudios de mercado y capacidades industriales. La Armada va explorando el mercado de buques a nivel internacional, con el fin de ir previendo los recursos financieros y propender porque COTECMAR mantenga unos precios competitivos que fortalezcan su participación del mercado. De forma paralela hay que involucrar el sistema de control de armas, que requiere de desarrollos extensos en el tiempo y eventualmente de unos costos asociados, que pueden ser superiores al resto del buque.

A manera de nivel de apoyo, las escuelas de formación y JINEN deben desarrollar conocimientos de soporte de las tecnologías necesarias para el buque previsto. Con respecto al conocimiento que requiera apropiarse, se podrán llevar a cabo convenios Universidad – Estado – Empresa y de formación específica del personal en las áreas de interés. Sólo en esta etapa participa JINEN, dado que en adelante es una etapa de ejecución de un conocimiento maduro de la tecnología necesaria para el diseño del nuevo buque.

En esta fase es donde se encuentra actualmente el proyecto PES. Si bien la información del proyecto se está recogiendo de manera temporal en la Escuela Naval “Almirante Padilla”, un macro proyecto de esta naturaleza, requiere una estructura organizacional permanente en el nivel de Jefatura.

9.2.8.3. Fase conceptual. A nivel de las instancias estatales, este diseño ya permite matricular el proyecto en la base de datos de DNP mediante la ficha EBI (Estadística básica de inversión), de tal forma que esté presente en los planes del cuatrienio de la Dirección de Planeación Presupuestal del Ministerio de Defensa. Esta estructura general permite la presentación general del proyecto, especialmente a nivel de impactos económicos, tecnológicos y estratégicos, ante la Comisión Segunda del Senado.

La estructura general del proyecto debe dar lugar a un documento de Concepto Operacional al interior del alto mando, que bajo la dirección de JONA le entregue a JEPLAN y JEMAT, el requerimiento del nuevo buque, lo cual servirá de insumo para el desarrollo de las especificaciones de desempeño y restricciones al diseño entre la Armada y COTECMAR. Para la elaboración de este documento, que recoge los conceptos de diseño conceptual del buque, deben considerarse las propuestas de mejora de los numerales 9.2.3 a 9.2.5. Una vez el documento tiene el aval del Consejo de Almirantes y la firma del Comandante de la Armada, el grupo de diseño de COTECMAR y la Jefatura de Nuevas Construcciones deben trabajar juntos en el diseño conceptual, dentro del cual se debe ir previendo el sistema de armas con que ha de contar el buque. A partir de estas definiciones conceptuales se puede aproximar un precio ROM por parte de COTECMAR, que permita a la Armada hacer una previsión de recursos e iniciar con el Estudio Previo, como el documento que recoge la justificación, antecedentes e impactos del proyecto.

9.2.8.4. Fase preliminar. Para el inicio de esta fase se debe contar inicialmente con el documento de diseño preliminar como insumo que recoge la descripción de la necesidad, análisis de requerimientos, desarrollo del sistema de armas, estimación de pesos, cálculos de sistemas, disposición general de espacios y planos generales. Este documento presentará un precio preliminar, el cual podrá ser variable dependiendo de las alternativas de configuración, las cuales serán presentadas a nivel del Consejo de Almirantes, donde se definirá una configuración definitiva.

Una vez está definida la configuración preliminar del buque, a nivel estatal se encuentran el Comité de la Dirección Nacional de Planeación para presentar los impactos del proyecto a nivel general; el Comité Técnico del Ministerio de Defensa, para presentar la forma de contratación y las alternativas de proyectos offset asociados y el Comité de Ética y Transparencia para avalar el proyecto por parte de los representantes de la sociedad civil y aprovechar la oportunidad para prever los posibles convenios académicos e industriales con los rectores de las principales universidades y los empresarios allí reunidos.

9.2.8.5. Fase contractual. Inicia con las negociaciones entre la Armada y COTECMAR para la definición del precio final y el ajuste de las especificaciones técnicas definitivas. Una vez definido el precio y la configuración contractual, se pasa para una última revisión y aval del Consejo de Almirantes. Posteriormente se desarrolla la etapa de negociación entre la Armada, COTECMAR y la Dirección de Contratación Estatal del Ministerio de Defensa sobre las garantías y las condiciones contractuales, hasta la firma del contrato.

## CONCLUSIONES

Se efectuó una revisión completa del estado de la cuestión, referido al proceso de planificación y adquisición de buques de la Armada República de Colombia a lo largo de su historia, lo cual permite entender las estrategias, coyunturas y desarrollos que representaron los medios con que ha contado la Institución a lo largo de su historia, igualmente permite entender la evolución en la metodología de toma de decisiones que permite plantear las mejoras al proceso de planificación para la adquisición de buques.

Se describió por primera vez en la Armada República de Colombia la forma práctica sobre cómo se lleva a cabo el proceso de planificación y adquisición de buques al interior de la Institución en coordinación con COTECMAR como su astillero natural y con los diversos actores que participan en las distintas etapas del proceso.

Tan sólo desde la creación de COTECMAR, la Armada República de Colombia ha contado con registros escritos de los modelos de toma de decisiones implementados para la definición de sus buques navales y fluviales.

Pese a los buenos resultados obtenidos con la metodología actual de planeación y adquisición de buques, representados en los productos construidos y los que se encuentran en proceso de construcción, la metodología es susceptible de mejora, por lo cual se hizo una revisión profunda del proceso que permitió identificar las falencias que se presentan durante los distintos pasos.

La revisión del estado del arte en algunos de los países con mayor tradición de construcción naval a nivel mundial permitieron obtener múltiples herramientas que pueden aplicarse al proceso actual de planificación y adquisición de buques que se maneja actualmente entre la Armada y COTECMAR.

La implementación de las mejoras propuestas al proceso de planeación y adquisición de buques permitirá integrar desde el diseño conceptual a las jefaturas involucradas, de tal manera que las especificaciones definitivas del contrato sean verdaderamente un trabajo armónico entre la Armada y COTECMAR.

La metodología mejorada es aplicable a los procesos presentes y futuros para la adquisición de buques, pues recoge la experiencia de los procesos más recientes que se han llevado a cabo entre la Armada y COTECMAR , integrándolo con metodologías actuales en países que han presentado casos exitosos en construcción naval.

La metodología permite integrar a las oficinas de planeación de las jefaturas con la entidad al interior de la Armada que lidere el proceso, con el fin que haya más unidad de criterio en la información para la toma de decisiones del alto mando naval.

La aproximación holística permite replicar la metodología para la adquisición de múltiples bienes en el sector defensa, beneficiándose no sólo de la proceso como tal, sino de los resultados obtenidos en la aplicación práctica de su implementación.

## RECOMENDACIONES

Implementar al interior de la Jefatura de Operaciones Navales, Jefatura de Planeación, Jefatura de Material y COTECMAR las recomendaciones planteadas en el capítulo 9, en cuanto a las mejoras al proceso de planeación estratégica, el nombramiento de expertos, la construcción y ponderación de la medida total de efectividad, las dimensiones principales, el documento de especificaciones de desempeño y restricciones al diseño, el diseño preliminar y la propuesta metodológica, con el fin de hacer más eficiente el proceso de planeación y adquisición de buques entre la Armada y COTECMAR.

Crear al interior de la organización de la Armada República de Colombia una nueva Jefatura que lidere la proyección de las nuevas construcciones, dada la relevancia del Macro Proyecto PES y de otros buques con capacidades estratégicas que la Armada debe visualizar hacia futuro. La estructura organizacional y la ponderación sobre su ubicación geográfica requieren un estudio aparte. Eventualmente podría crearse a nivel de Dirección o un intermedio entre estas dos jerarquías, dependiente de la Jefatura de Material, pero debe estar en cabeza de un oficial de insignia por la relevancia de los proyectos que involucra.

Desarrollar un trabajo investigativo que evalúe si la proyección de medios al año 2030 efectivamente cumplirá las necesidades institucionales de ese momento.

Desarrollar un trabajo investigativo que evalúe la necesidad de conformar una oficina de inspección de construcciones navales en la Armada, con el fin de completar la evaluación de las fases de diseño, construcción, pruebas y puesta en servicio de los nuevos buques para la Armada.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARANÍBAR, Luis y CALLAMAND, Rafael. Análisis de requerimiento mediante la aplicación de AHP como base para el desarrollo del diseño conceptual de un buque tipo LCU. Revista Buques. Año 2, No. 3, Vol. 2. Cartagena de Indias, 2008.
- [2] ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Análisis estratégico y operacional para la conceptualización de la plataforma estratégica de superficie. Bogotá, 2012.
- [3] ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ficha BPIN del proyecto “Adquisición de unidades especiales para cobertura fluvial y marítima a nivel nacional”. Bogotá, 2011.
- [4] ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan de Desarrollo Armada Nacional 2030. Bogotá, 2012.
- [5] ARMADA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan Orión Fase II – Proyectos de construcción naval. Bogotá, 2012.
- [6] AVENDAÑO, Manuel. El hombre, el momento, la máquina. Cyber-corredera [online]. Consultada el día 23 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL:<http://www.cyber-corredera.de/correderas/100.htm>>
- [7] BERGIN, Anthony. East Asian naval developments – sailing into the rough seas. Marine Policy. Vol 26. Canberra, 2002.
- [8] BIRKLER, John, et al. The Royal Navy's New Generation Type 45 Destroyer – Acquisition Options and Implications. Prepared for the UK Ministry of Defence by RAND Europe. Santa Monica (CA), 2002. 134 P.

- [9] BMT Defence Services. The procurement of naval and government ships. BMT Group Publications. Bath (UK), 2007.
- [10] BROWN, Alan & THOMAS, MARK. Reengineering the naval ship concept design process. From research to reality in ship system engineering symposium. American Society of Naval Engineers. Monterey (CA), 1998.
- [11] CAMPOS, Agustín. Métodos Mixtos de Investigación. Integración de la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa. Cooperativa Editorial del Magisterio. Bogotá, 2009.
- [12] CARREÑO, Jorge. Buques Patrulleros de Apoyo Fluvial para la Armada República de Colombia: un proyecto en evolución. Documentos de trabajo COTECMAR. Cartagena de Indias, 2005.
- [13] CARREÑO, Jorge, et al. Sistema de innovación para la industria astillera de Colombia. Documento de trabajo – COTECMAR. Cartagena de Indias, 2008.
- [14] CHOI, Hanwool. Naval ship concept design for the Republic of Korea Navy: a systems engineering approach. Master's Thesis. Naval Postgraduate School. Monterey (CA), 2009.
- [15] Chung-in, Moon & Jae-Ok, Pae. Defense innovation and industrialization in South Korea. California Institute on Global Conflict and Cooperation. Policy Brief No. 14. Santa Monica (CA), 2010.
- [16] COLLINS, Gabriel y GRUBB, Michael. A comprehensive survey of China's dynamic shipbuilding industry. China Maritime Studies Institute. US Naval War College. Newport (RI), 2008.

- [17] CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). Proyectos de inversión para el fortalecimiento de las Fuerzas Militares 2011 – 2014. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, 2011.
- [18] COTECMAR. Plan de Direccionamiento Estratégico 2012 – 2022. Cartagena de Indias, 2012.
- [19] COTECMAR. Plan estratégico 2012-2015. Cartagena de Indias, 2011.
- [20] DELGADO, Fernando. Integración Empresa – Centros de Educación – Estado, factor clave para el desarrollo tecnológico en Latinoamérica: modelo para la industria naval. Congreso Panamericano de Ingeniería Naval. Sao Paulo, 2007.
- [21] Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES 3522 – Lineamientos generales para implementación de acuerdos de cooperación industrial y social – *offsets* – relacionados con adquisiciones en materia de defensa en Colombia. Bogotá, 2008.
- [22] Departamento Nacional de Planeación. Política de Consolidación de la Seguridad Democrática: Fortalecimiento de las capacidades del sector defensa y seguridad. Bogotá, 2007.
- [23] DONADÍO, Alberto. La guerra con el Perú. Editorial Planeta. Bogotá, 1955.
- [24] DREZNER, Jeffrey, et al. Are ships different? Policies and procedures for the acquisition of ship programs. RAND – National Defense Research Institute. Santa Monica (CA), 2011. 121p. ISBN: 978-0-8330-5013-7.
- [25] DUREN, Bernard & POLLARD, James. Total ship system engineering, vision and foundations. Naval Surface Warfare Center. Dahlgren (VA), 1995.

- [26] ECORYS (European Corp. of Research & Consulting). Study on competitiveness of the European shipbuilding industry - Final Report. Rotterdam, 2009.
- [27] GARCÍA, Ricardo. El General Gustavo Rojas Pinilla y la Armada República de Colombia [online]. Consultada el día 25 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en <URL: <http://www.cyber-corredera.de/correderas/144.htm>>
- [28] GODET, Michael. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique. Paris, 2000.
- [29] Government Accountability Office. Best Practices: High levels of knowledge at key points differentiate commercial shipbuilding from Navy shipbuilding. Report to Congressional Committees. Washington, D.C., 2009.
- [30] HACKLEY, Susan. Managing Director – Program on Negotiation. Harvard Law School. Cambridge (MA), 2012.
- [31] HOCKBERGER, William. Total system ship design in a supersystem framework. Naval Engineers Journal. Vol. 108. No. 3. Pp. 147-169. Washington, D.C., 1996.
- [32] JIMÉNEZ, Wilson. Metodología de Investigación. Escuela de Administración de Negocios. Especialización en Gerencia de Proyectos. Bogotá, 2012.
- [33] LAVERSON, A. & SAN MIGUEL, J. An analysis of the future combat system (FCS) spin out 1 low-rate of initial production (LRIP) Contract. Naval Postgraduate School [online]. Consultada el día 26 de Julio de 2013. Disponible en: <URL:<http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/TR/2009/NPS-GSBPP-09-024.pdf>>
- [34] LOAIZA, Gilberto. ¿Un libro por accidente?. Boletín cultural y bibliográfico No. 46 – La Guerra con el Perú. Historia Extensa de Colombia. Volumen XXXIV. Biblioteca Luis Ángel Arango. Bogotá, 1997.

- [35] Ministerio de Defensa Nacional. Directiva Permanente 038 de 2011 - Instrucciones para manejo recursos extraordinarios. Bogotá, 2011.
- [36] Ministerio de Defensa de España. Boletín Oficial del MDN No. 202: Regulación del proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas. Sección 1. Madrid, 2012.
- [37] NATO (North Atlantic Treaty Organization) Naval Group. Working Paper on Small Ship Design. Istanbul, 2004.
- [38] Office of Naval Research. Naval Science & Technology Plan. Arlington (VA), 2011.
- [39] O'ROURKE, Ronald, et al. Navy Ship Acquisition: Options for lower cost ship designs – Issues for Congress. Congressional Research Service – The Library of Congress. Washington, D.C., 2005.
- [40] ORDOÑEZ, Alejandro et al. Recomendaciones para la elaboración de Estudios Previos. Procuraduría General de la Nación. Bogotá, 2010.
- [41] OTÁLORA, Rodrigo. En memoria de la Fragata “Almirante Padilla”. Revista Armada. Ed. 85. Bogotá, 2004.
- [42] PACEY, Bryce et al. Australia's future combatants. Reseaching Australia's Security Challenges. The Kokoda Foundation – National Library of Australia. 83 p. Canberra, 2010.
- [43] PEATE, Les. From Bogota to Old Baldy: Colombia's contribution. Espirit the Corps, Canadian Military Publications. Ottawa, 2004.

- [44] PÉREZ, Antonio et al. Buques cañoneros del mundo. Revista General de Marina. Madrid, 2011.
- [45] PORTER, Michael, et al. Shipbuilding cluster in the Republic of Korea. Harvard Business School – Microeconomics of competitiveness. Boston, 2010.
- [46] PRIETO, Carlos. El Combate de Güepí. Pañol de la historia – Cyber-corredera [online]. Consultada el día 23 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL: <http://www.cyber-corredera.de/panoles/Panol-48.htm>>
- [47] QUIÑONES, Jairo. ¿Cómo se llegó a decidir la compra de los destructores suecos?. Entrevista al Señor Almirante Jaime Erazo Annexi. Cyber-corredera [online]. Consultada el día 27 de Mayo de 2013. Disponible en Internet en: <URL: <http://www.cyber-corredera.de/corredeas/127.htm>>
- [48] RIVAS, Amilcar. Estrategias para el desarrollo del poder acuático en la fachada caribeña venezolana. Trabajo de Maestría en Seguridad y Defensa de la Nación. IAEDEN – Instituto de Altos Estudios de la Defensa Nacional. Caracas, 2007.
- [49] RIVERA, Miguel & WILLIAMS, Mark. Total Ship System Engineering employing department of defense architecture framework approach. Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division. Dahlgren (VA), 2010.
- [50] ROGLIANO, Barry. World shipping and shipbuilding market annual report 2012. Paris Shipping Forum. Paris, 2012.
- [51] SANTOS, Juan M. Política integral de seguridad y defensa para la prosperidad. Bogotá, 2011.

- [52] SAUMETH, Erich. Patrulleras de apoyo fluvial de la Armada República de Colombia. Universidad Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Minas Gerais), 2011.
- [53] SCHWAB, Klaus et al. The Global Competitiveness Report 2012 – 2013. World Economic Forum. Geneve, 2012.
- [54] SERJE, Margarita. El “Almirante Padilla” en Corea. Una crónica del legendario buque de la Armada República de Colombia. Expedición Padilla. Cartagena de Indias, 2012.
- [55] SERRANO, Javier. Evaluación de la estabilidad, sistema de propulsión y sistema de gobierno del ARC Manacacías para optimizar su desempeño operacional en el Río Meta. XXI Congreso Panamericano de Ingeniería Naval. Montevideo, 2009.
- [56] SERRANO, Javier, et al. Trabajo de proceso de toma de decisiones para la asignación de recursos. Curso de Estado Mayor – Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2013.
- [57] SMALLMAN, Laurence, et al. Shared Modular Build of Warships – How a shared build can support future shipbuilding. RAND – National Defense Research Institute. Santa Monica (CA), 2011.
- [58] SMITH, P. & MERRITT, G. Proactive Risk Management. Productivity Press. New York, 2002.
- [59] SOLS, Alberto. Notas de Clase – Ingeniería Sistémica. Master Ingeniería Naval - Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2011.
- [60] TASCÓN, Oscar. Metodología toma racional de decisiones. Trabajo de Fuerza – Curso de Estado Mayor 2007. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2007.

- [61] United States Navy – Naval Sea Systems Command. Design Data Sheet 079. Stability for surface ships of US Navy. Washington, D.C., 2003.
- [62] URIBE, Álvaro. Política de consolidación de la seguridad democrática. Bogotá, 2007.
- [63] WARNER, Geoffrey. The Korean War. Royal Institute of National Affairs. Vol. 56. London, 1980.

## ANEXO A

Diagrama de afinidad construido en el dominio usuario. Tomado de: TASCÓN, Oscar. Metodología toma racional de decisiones. Escuela Superior de Guerra. Bogotá, 2007

<b>MISIÓN</b>	<b>AUTODEFENSA</b>	<b>DETECTABILIDAD</b>	<b>SUPERVIVENCIA</b>
AAW	AAW	Firma Infraroja	AAWSDS
AMW	AMW	Firma Acústica	SSTD
ASU	ASU	Firma Magnética	
ASW	ASW	Firma Radar (RCS)	
CCC	CCC	Firma de Estela	
ELW	ELW	Firma Visual	
FSO	FSO		
INT	INT		
LOG	LOG		
MIW	MIW		
NCO	NCO		
NSW	NSW		
NSFS	NSFS		
SEW	SEW		
STK	STK		
ISR	ISR		
		<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>
		Probabilidad de ser impactado	Margen KG
		Redundancia	Margen Peso
		Compartimentación	Modularidad
		Estructura	
		Personal	
		<b>MOVILIDAD</b>	<b>PERMANENCIA</b>
		Velocidad Máxima Sostenida	Alcance
		Velocidad Económica	Almacenes y Provisiones
		Velocidad Mínima	Misiles
		Comportamiento en el Mar	Munición
		Maniobrabilidad	Armas
		Estabilidad	Torpedos
			Talleres
			Acomodaciones
<b>CONFIABILIDAD</b>	<b>MANTENIBILIDAD</b>		
Disponibilidad de sistemas y equipos	Ingeniería de Factores Humanos		

## ANEXO B

Principales métodos para el planeamiento de fuerza. Tomado de: MEDINA, Neil y ROA, Juan. Cartilla de Estrategia Marítima. Bogotá, 2004. P. 279

ENFOQUE	ORIENTADO A:	FORTALEZAS	DEBILIDADES
TOP-DOWN	Intereses Objetivos Nals. Estrategias Nals.	Enfoque sistemático en objetivos Integra herramientas poder nacional.	Restricciones consideradas al final Tiende a ser inflexible Falta de detalles para su ejecución
BOTTOM-UP	Capacidades existentes	Enfoque práctico y actual Énfasis en el mundo real Mejora las fuerzas existentes	Enfatiza el presente sobre el futuro Reduce creatividad del largo plazo Descuida una visión global integral
ESCENARIOS	Situaciones específicas	Se enfoca en hechos tangibles Obliga a fijar prioridades Dinámica, establece fases y tiempos	El mundo es impredecible Rígido y difícil a cambios Análisis reducido en horizontes lejanos
AMENAZAS Y VULNERABILIDADES	Riesgos Debilidades propias Adversarios	Enfoque en adversarios potenciales Énfasis en capacidades de la fuerza	Identificación contenciosa Reactivo más que proactivo Sesgado hacia datos cuantitativos
COMPETENCIAS Y MISIONES	Funciones	Prioriza capacidades fundamentales Maximiza fortalezas Explota debilidades adversarios	Puede retener capacidades obsoletas Puede ignorar objetivos alto nivel Tiende hacia la sub-optimización
BASADO EN CAPACIDADES	Retos operacionales	Prioridad especial a problemas militares Enfoque en conceptos operacionales y capacidades conjuntas Enfoque en operaciones conjuntas	Sobre-énfasis en retos presentes Exagera las capacidades enemigas Muy costoso
EVASIVO	Minimizar el riesgo	Espectro total de capacidades Confronta futuro incierto Busca equilibrio y flexibilidad	Subestima fortalezas propias Exagera capacidades adversarios Muy costoso
TECNOLÓGICO	Sistemas dominantes	Resalta importancia conocimiento Impulsa a la creatividad Genera ventajas militares	Riesgo de baja tasa de retorno Puede subestimar factores humanos Puede desequilibrar estructura de fuerzas
FISCAL	Presupuesto	Enlace entre defensa y economía Obliga a establecer prioridades Fomenta disciplina fiscal Enfoque en operaciones conjuntas	Guiado por recortes presupuestales Tiende a crear ciclo de gastos Busca asignar equitativamente

## ANEXO C

### Documento de Necesidad Operativa (DNO)

#### 1. Antecedentes

- a) Análisis contrastado de la misión, amenaza, capacidad propia y ámbito de operación donde se enmarca la necesidad operativa.
- b) Necesidad o necesidades militares a la que se vincula la necesidad operativa, prioridad, y grado en que se pretende satisfacer dicha necesidad operativa. En caso de necesidad sobrevenida de carácter urgente, su justificación.
- c) Objetivo de Capacidad Militar a la que se vincula la necesidad operativa.
- d) Área de capacidad y capacidad o capacidades militares en que se enmarca dicha necesidad operativa.

#### 2. Objeto

- a) Enunciado de la necesidad operativa.
- b) Identificación detallada de la carencia que se pretende solventar (descripción de medios ya disponibles) y su justificación (lecciones aprendidas, reemplazo, actualización, aplicación de nuevos conceptos o modernización).

#### 3. Contenidos

##### 3.1 Descripción de la necesidad operativa.

Se expresará en términos de características generales y se analizará con relación a:

- a) Plazo en que debería estar resuelta la necesidad operativa con indicación de la Capacidad Operativa Inicial (IOC) y Capacidad Operativa Final (FOC).
- b) Esquema temporal de la Fase Conceptual con los puntos de decisión.
- c) Posible impacto sobre otras capacidades militares.
- d) Posible impacto en todos los factores de la metodología MIRADO.
- e) Aspectos de estandarización, interoperabilidad y, si procede, de posibilidad de operar en red.
- f) Riesgo operacional de no ser satisfecha la necesidad operativa.

### **3.2 Otras consideraciones**

Se aportará cualquier aspecto que contribuya a la mejor comprensión del problema principal y de sus derivaciones, incluyendo si es posible una estimación preliminar de costo total de la solución atendiendo al ciclo de vida.

## ANEXO D

### Objetivo de Estado Mayor (OEM)

#### 1. Antecedentes

Documento de Necesidad Operativa (DNO).

#### 2. Objeto

Identificación de posibles alternativas de solución operativa para una necesidad concreta descrita en el DNO.

#### 3. Contenidos:

Descripción general de aquellas actuaciones en relación con la necesidad operativa, su función y prestaciones.

- a) Exposición resumida de la misión, amenaza, capacidad propia y ámbito de operación.
- b) Contribución de la necesidad operativa a las capacidades militares y desglose por factores MIRADO.
- c) Estudio de posibles opciones de solución operativa, si se conocen, y selección de las más apropiadas para futuros estudios.
- d) Descripción de las opciones que se proponen como más apropiadas, en términos generales.
- e) Valoración de riesgos.
- f) Unidades a obtener.
- g) Actualización de la estimación temporal del proceso con los puntos de decisión y que incluya la IOC y la FOC, si procede.
- h) Estimación del costo de las posibles opciones de solución operativa.
- i) Consideraciones sobre cualquier aspecto que contribuya a la mejor comprensión del problema principal y de sus derivaciones, y en concreto los técnicos, logísticos, operativos, administrativos, económicos, contractuales, de seguridad operativa, de interoperabilidad o normalización, de cooperación, de eficiencia energética y protección medioambiental, en su caso, de costos y de calendario.

- j) Políticas y restricciones que deberán tenerse en cuenta si finalmente se obtiene la solución propuesta.
- k) Determinación de la necesidad de estudios adicionales.
- l) Posibilidades de armonización con otras necesidades operativas.
- m) Directrices para la siguiente etapa.

## ANEXO E

### Requisitos de Estado Mayor (REM)

#### 1. Antecedentes:

Objetivo de Estado Mayor (OEM)

#### 2. Objeto:

- a) Analizar y desarrollar el Objetivo de Estado Mayor en relación con el marco estratégico militar, los ámbitos posibles de actuación y las capacidades propias para determinar los Requisitos de Estado Mayor.
- b) Consideración de los factores que afectan a los componentes fundamentales de las capacidades militares; material, infraestructura, recursos humanos, adiestramiento, doctrina y organización (MIRADO).

#### 3. Contenidos:

##### 3.1 Descripción de la solución operativa.

- a) Exposición resumida de la misión, amenaza, capacidad propia y ámbito de operación.
- b) Exposición de la solución operativa que se considera más adecuada para satisfacerlo.
- c) Definición detallada de las repercusiones sobre los componentes fundamentales de las capacidades militares (MIRADO).
- d) Descripción del concepto de empleo operativo de la solución, su integración e interacción con los recursos ya existentes.
- e) Repercusiones y necesidades derivadas en los campos operativo, tecnológico, industrial, logístico, medioambiental, de catalogación, de normalización y homologación; compatibilidad y colaboración con otros programas, contemplando el ciclo de vida del objetivo que se pretende, con aproximación de calendario y valoración de riesgos.
- f) Descripción inicial del concepto de sostenimiento para la solución operativa, abarcando la orgánica y las responsabilidades en su gestión.

- g) Descripción del plan de formación para el empleo operativo, contemplando las necesidades de simulación asociadas, que proporcione una mejor capacidad de explotación de la solución operativa.

### **3.2 Requisitos de la solución operativa.**

- a) Definición detallada de los requisitos operativos y características técnicas que se hayan comprobado viables, desglosados por su vinculación a las capacidades militares y por factores MIRADO.
- b) Los requisitos señalados serán los imprescindibles, haciendo distinción, en su caso, de aquéllos que puedan diferir para diferentes niveles de entorno de actuación. Se relacionarán, si procede, los requisitos deseables.
- c) Descripción de los requisitos de interoperabilidad de la solución operativa, teniendo en cuenta, en su caso, los STANAG implantados<sup>120</sup>.
- d) Otros requisitos de estandarización (normas militares españolas aprobadas y STANAG implantados), catalogación, homologación, calidad y certificación, si procede.
- e) Descripción de los requisitos de sostenimiento de la solución operativa, teniendo en cuenta la descripción inicial del concepto de sostenimiento realizada.
- f) Descripción de los requisitos de formación que contemplen la instrucción y el adiestramiento para el correcto empleo operativo de la solución.

### **3.3 Dimensionamiento de la solución operativa.**

- a) Unidades a obtener, diferenciando, en su caso, cuando puedan diferir para diferentes niveles de entorno de actuación.
- b) Si se va a realizar una implantación por fases, unidades que comprenderá cada fase.
- c) Estimación, si procede, del número de usuarios de la solución operativa, identificando, si es posible, las Unidades/ Organizaciones que la operarán.

---

<sup>120</sup> STANAG: Standard Agreement: En español, acuerdo de normalización, por el cual se definen procesos, procedimientos, términos y condiciones de equipamiento comunes entre los países miembros de la OTAN. De igual manera, provee las bases para la interoperabilidad de una amplia gama de sistemas de comunicación e información.

### **3.4 Estimación económica.**

- a) Estimación de costos, total y por unidad, diferenciados por factores del MIRADO.
- b) Estimación del costo del sostenimiento a lo largo de la vida operativa.
- c) Valoración sobre el grado de incertidumbre de las estimaciones realizadas.

### **3.5 Estimación temporal.**

Actualización de la estimación temporal del proceso para la entrada en servicio de la solución operativa, con los puntos de decisión y actualización de la IOC y FOC.

### **3.6 Otras consideraciones.**

- a) Previsiones sobre su desarrollo y gestión hasta completar la obtención.
- b) Análisis de los riesgos asociados.
- c) Posibilidades de obtención cooperativa, si es identificada.
- d) Propuesta para la siguiente Etapa a desarrollar.
- e) Consideraciones adicionales. Aspectos e información adicional que contribuya a la mejor comprensión de los requisitos y sus implicaciones.

## ANEXO F

### Documento de Viabilidad (DDV)

#### 1. Resumen Ejecutivo

Constará de la decisión adoptada sobre la viabilidad de la solución y de una breve descripción de la alternativa de obtención elegida de resultar la primera positiva.

#### 2. Referencias

Relación de antecedentes y documentos del Departamento que se han considerado para la redacción del informe, incluyendo el REM.

#### 3. Descripción de la Solución

Descripción de la solución en el REM con hincapié en sus aspectos materiales. Se describirá la necesidad originadora así como los conceptos de empleo y sostenimiento.

#### 4. Requisitos de la Solución

Cuadro-resumen del conjunto de requisitos de la solución propuesta tal y como se hayan descrito en el REM.

#### 5. Alcance de la Solución

Incluirá aspectos tales como: número de sistemas/instalaciones necesarias, aspectos logísticos cuantitativos y necesidades de formación, despliegue previsto, etc.

#### 6. Plazos para la Obtención de la Solución

Calendario tentativo de entregas y posibles condicionantes temporales.

#### 7. Estructura de Descomposición del Producto (ESDP)

Descomposición de la solución conforme a los elementos de la estructura normalizada que le son de aplicación y al grado de desagregación necesario para llevar a cabo los análisis y valoraciones descritas en la Instrucción.

## **8. Estructura de Descomposición de Trabajos (ESDT)**

Sobre la base de la estructura de desglose anterior, descomposición de las actividades del proyecto a acometer.

## **9. Estructura de Descomposición de los Costes (ESDC)**

Basándose en la matriz anterior, relación de costes que son de aplicación a cada elemento del producto y a cada actividad.

## **10. Matriz de Trazabilidad Requisitos / Producto**

Matriz de traza entre los requisitos solicitados en el REM y los elementos identificados en la Estructura de Descomposición de Producto.

## **11. Matriz de Trazabilidad Producto / ORM (Objetivos de recursos materiales)**

Matriz de trazabilidad entre los elementos identificados en la Estructura de Descomposición de Producto y sus correspondientes ORM y componentes.

## **12. Estudio de Viabilidad**

Estudio de la viabilidad de la solución a partir de los elementos identificados atendiendo, cuando les sea de aplicación, a las siguientes consideraciones:

### **12.1 Consideraciones Industriales.**

Posible impacto en las capacidades industriales, destacando la potenciación de aquellas de carácter estratégico. Identificación de los riesgos asociados.

### **12.2 Consideraciones Tecnológicas.**

Posibles desarrollos de I+D con especial atención a las áreas tecnológicas de carácter estratégico o posibilidad de aplicar resultados de investigación provenientes de desarrollos previos. Identificación de los riesgos asociados.

### **12.3 Consideraciones de Cooperación Internacional.**

Posibles iniciativas en curso en el ámbito internacional u otras nuevas en cooperación con otros países. Identificación de los riesgos asociados.

### **12.4 Consideraciones sobre Compensaciones y Retornos Industriales.**

Posibles compensaciones y retornos industriales derivados.

### **12.5 Consideraciones Logísticas.**

Aspectos que inciden en el sostenimiento de la solución a lo largo de su ciclo de vida atendiendo a los criterios básicos descritos en la Instrucción 5/2008, de 15 de enero, de la Secretaría de Estado de Defensa, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material, así como cualquier otra de aplicación al resto de recursos. Identificación de los riesgos asociados.

### **12.6 Valoración de Plazos.**

Estimación de plazo asociado.

### **12.7 Valoración de Costes.**

Estimación del coste asociado, incluyendo los costes de su ciclo de vida.

### **12.8 Valoración del Impacto Económico.**

Estimación del impacto económico directo e indirecto asociado.

### **12.9 Valoración de Posibilidades de Financiación.**

Estimación conforme a escenario económico vigente.

## **13. Decisión sobre la Viabilidad**

Favorable o desfavorable.

## **14. Descripción de la Alternativa Seleccionada.**

Descripción de la alternativa seleccionada con base al estudio de viabilidad previo.

### **15. Concepto de Apoyo Logístico Preliminar de la Alternativa Seleccionada**

Se realizará una definición inicial del apoyo logístico previsto.

### **16. Estimación Temporal de la Alternativa Seleccionada**

Estimación de los plazos asociados a la alternativa seleccionada.

### **17. Estimación de Coste de la Alternativa Seleccionada**

Estimación del coste asociado a la alternativa seleccionada, incluyendo los costes de su ciclo de vida.

### **18. Aspectos Contractuales de la Alternativa Seleccionada**

Estrategia de contratación y calendario de hitos contractuales.

### **19. Riesgos Asociados**

Relación de riesgos asociados a la alternativa de obtención seleccionada y su valoración.

### **20. Programas de Recursos Materiales**

Conjunto de programas de armamento y material, infraestructura y CIS (Sistemas de información y telecomunicaciones) necesarios para llevar a cabo la alternativa de obtención seleccionada, especificando el objeto de cada programa, su ámbito de ejecución (nacional o cooperación internacional, indicando en este caso la Agencia u órgano encargado de su gestión) y su categoría.

## ANEXO G

### Directiva de Programa (DDP)

#### 1. Antecedentes

Relación de documentos que soportan el contenido de esta directiva, incluyendo el REM y el DDV.

#### 2. Programa

##### 2.1 Objetivos del Programa

Relación de objetivos que se establecen para el programa y directrices para alcanzar esos objetivos.

##### 2.2 Planificación y financiación

Calendario de ejecución, entradas en servicio previstas y cuadro de financiación.

##### 2.3 Organización del programa

Organización del programa y organismos que participan en el programa. Relación con otros programas.

#### 3. Comité Director

Se indicará si el programa, por sus características, requiere la constitución de un Comité Director. En tal caso se establecerá su estructura y normas generales de funcionamiento.

#### 4. Seguimiento.

##### 4.1 Área responsable.

Determinación del Área encargada del seguimiento del programa.

#### **4.2 Directrices específicas de seguimiento.**

Relación de directrices para el seguimiento del programa.

### **5. Gestión**

#### **5.1 Jefe de Programa**

Descripción de las funciones y del perfil del Jefe de Programa.

#### **5.2 Director Técnico**

Descripción de las funciones y del perfil del Director Técnico.

#### **5.3 Oficina de Programa.**

En caso de ser necesaria la constitución de una Oficina de Programa, se establecerá su composición y estructura con indicación del órgano y autoridad de la que depende orgánicamente, así como la previsión y criterios para su disolución.

#### **5.4 Directrices para la Elaboración del Concepto de Apoyo Logístico**

Se establecerán las directrices necesarias para la elaboración del Concepto de Apoyo Logístico tomando como base lo establecido en el Concepto de Apoyo Logístico Preliminar recogido en el Documento de Viabilidad.

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM.  
"TOMAS RUEDA VARGAS"



057083