



Caracterización de materiales metálicos usados en la
construcción de buques de guerra como
herramienta para diseñar la plataforma estratégica
de superficie PES

Elkin Fernando Mejía Chaparro

Trabajo de grado para optar al título profesional:

Curso de Información Militar (CIM)

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

Bogotá D.C., Colombia

2014

358.98583

M 516

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA**



ENSAYO ARGUMENTATIVO

**CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES METÁLICOS USADOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE GUERRA COMO HERRAMIENTA PARA
DISEÑAR LA PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE (PES)**

CCAMT ELKIN FERNANDO MEJÍA CHAPARRO

**Bogotá D.C.
Julio 19 de 2014**

69086

Es tradicional, en la industria de defensa Latinoamericana, delegar sus grandes compras a países líderes de la industria a nivel mundial (Estados Unidos, Italia, Francia, Alemania, España, entre otros). Con miras a aumentar la postura tecnológica y competitiva en el mercado de los países en vía de desarrollo, se deben adoptar estrategias que faciliten el desarrollo regional de manera gradual y segura.

En el caso colombiano, se han generado estrategias para desarrollar capacidades tecnológicas de tal manera que se equilibre la balanza comercial de la industria, soportadas principalmente por la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial - Cotecmar. Entre éstas iniciativas se destaca el Proyecto Offshore Patrol Vessel (OPV) en el marco del Plan Orión ARC 2007-2011, por el cual se crearon mecanismos de transferencia de conocimiento con el astillero licenciante (Fassmer) realizándose la apropiación de buenas prácticas internacionales en la construcción naval; también se encuentra el proyecto Sistema Sectorial de Innovación de la Industria Astillera, desarrollado con la Universidad del Norte, la Universidad Tecnológica de Bolívar y la Universidad del Rosario, en donde se caracterizó la industria a nivel nacional, se identificaron las brechas Tecnológicas, Competitivas y de Innovación y se definió un portafolio de programas que deben desarrollarse en el corto, mediano y largo plazo, con el propósito de cerrar estas brechas; y el Macroproyecto Plataforma Estratégica de Superficie (PES), con el que se espera conceptualizar, diseñar, construir y poner en operación los buques de guerra que van a constituir el núcleo de la Fuerza de Superficie y a remplazar a las Fragatas Misileras clase "Almirante Padilla".

Éste último proyecto se erige como el reto tecnológico más ambicioso que ha emprendido Colombia en el campo de la Ingeniería Naval en su historia, pudiéndose

considerar como un potenciador de las capacidades científicas, tecnológicas e industriales del País, y específicamente del sector Astillero; por lo que se requiere definir la Estrategia Tecnológica que permita identificar, consolidar y/o desarrollar las tecnologías clave que deben apropiarse para garantizar el cumplimiento de los retos estratégicos de la Armada Nacional.

Con la Estrategia Tecnológica como punto de partida, se podrá definir qué es lo que Colombia va a desarrollar, qué va a adquirir y en qué campo vale la pena apostarle por una transferencia de conocimiento.

En abril de 2013 se suscribió entre la Escuela Naval “Almirante Padilla” y Cotecmar un convenio para la “Estructuración del Proyecto Plataforma Estratégica de Superficie – PES”, en cuya fase 5 se encuentra la Definición de la Estrategia Tecnológica. La elaboración de esta estrategia se inicia en agosto de 2013.

De acuerdo a la bibliografía, la estrategia tecnológica se asocia con las iniciativas a nivel empresarial que se toman para afrontar los retos tecnológicos en un ambiente muy competitivo. Por un lado, ésta corresponde a planes y modelos gerenciales de toma de decisiones que se relacionan con el desarrollo y uso de las capacidades tecnológicas; y por otra parte señala las metas requeridas para alcanzar los objetivos del negocio y priorizar futuros planes tecnológicos de la empresa (Zahra, 1996) y (Albert Soofi, 2009). De acuerdo con (Ford, 1988), abarca la adquisición, gestión y explotación del conocimiento tecnológico y recursos por parte de la organización para alcanzar sus objetivos de negocio y sus metas tecnológicas.

Vega, et al. (2009) explica que, para llevar a cabo sus procesos innovadores, las empresas tienen distintas opciones para adquirir el conocimiento. Una primera estrategia es optar por la generación de éste, a través del desarrollo interno de actividades de

Investigación y Desarrollo, confiando de esta forma en las capacidades propias de la organización. Ésta estrategia ha sido descrita generalmente en la literatura como la decisión de *Hacer*. Una segunda opción es *Adquirir* la tecnología externamente, a través de transacciones de mercado. En este caso las empresas tienen dos opciones principales: obtener el conocimiento tecnológico incorporado en bienes o activos (bienes de capital, herramientas o entradas del proceso productivo como materiales y componentes) o adquirir conocimiento tecnológico no incorporado en ningún elemento material tangible, bien sea, subcontratando I+D o a través de licencias de patentes. Todas estas alternativas han sido asociadas con la decisión de *Comprar*. Por último, una tercera forma de conseguir y desarrollar tecnología es a través de la implementación de acuerdos de colaboración con otras empresas o instituciones, es decir emplear la estrategia de *Cooperar*.

La Figura No. 1 esboza lo anteriormente mencionado.

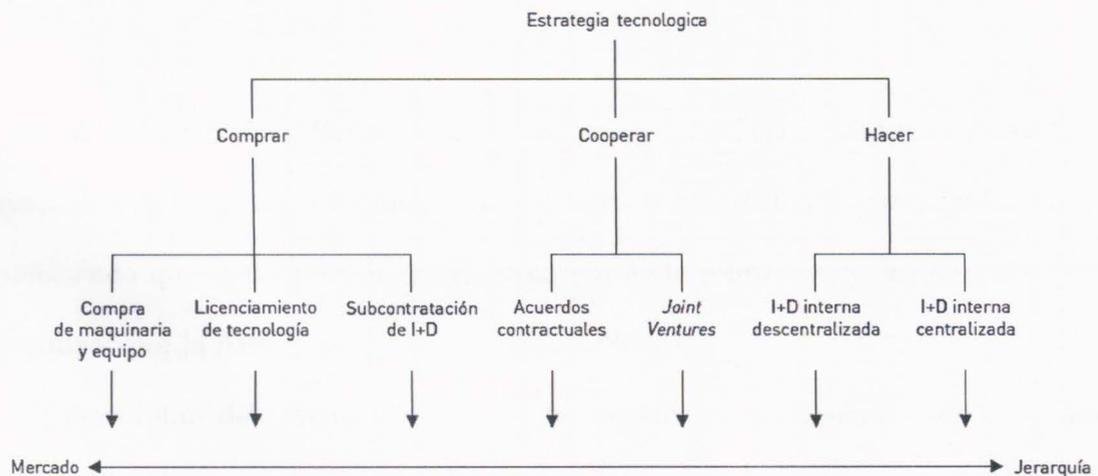


Figura 1. Modalidades de Estrategias tecnológicas Fuente. Adaptado de Vega, et al. (2009)

Un referente importante para el macroproyecto PES es el Planeamiento de Fuerza 2030 en el que se proyecta la renovación de las diferentes capacidades de la Armada Nacional, entre ellas las capacidades navales. Se planea de esta forma un incremento en las tecnologías asociadas en respuesta a las necesidades del país y concordante con los planteamientos del Plan Faro.

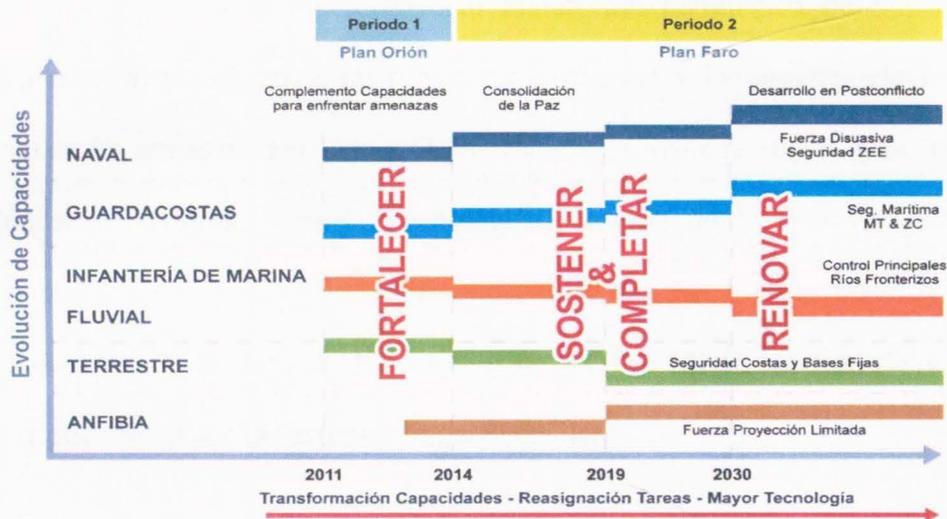


Figura 2. Proyección por Componentes Armada Nacional. Fuente: Planeamiento de Fuerza 2030

En el Componente Marítimo del Planeamiento de Fuerza 2030 se presenta el proyecto de las Plataformas Estratégicas de Superficie como el eje central del Plan Faro, estableciendo que se debe iniciar la construcción de la primera serie a partir del 2026, desarrollado por la ARC y Cotecmar (ver Figura No. 2).

El desarrollo del Proyecto PES se ha planteado de acuerdo con las fases metodológicas descritas en la Figura No. 4, tomando como marco el concepto del Proceso de Adquisición de Sistemas de Defensa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica.

Adicional a lo anterior, se cuenta con la directiva 047-DDIN cuyo asunto es la “Determinación de los Lineamientos para el Macroproyecto Plataforma Estratégica de Superficie”(PES), con miras a su formulación y ejecución”. Tiene como objetivo impartir las instrucciones y realizar las coordinaciones para la conformación de un grupo de trabajo, con el propósito de inscribir en el Banco de Proyectos del Departamento Nacional de Planeación el Macroproyecto Plataforma Estratégica de Superficie, así como exponerle al mando naval las recomendaciones sobre los factores claves de éxito del mismo en los temas de: Estructura Organizacional y Sistema Sectorial de Innovación de la Industria Astillera, Gestión Tecnológica, Gestión de la I+D+i y Gestión del Conocimiento, dentro del objetivo direccionador de diseñar y construir en Colombia, bajo el liderazgo de la Armada Nacional y de COTECMAR, un tipo de Unidad de Superficie que reemplace las actuales fragatas misileras.

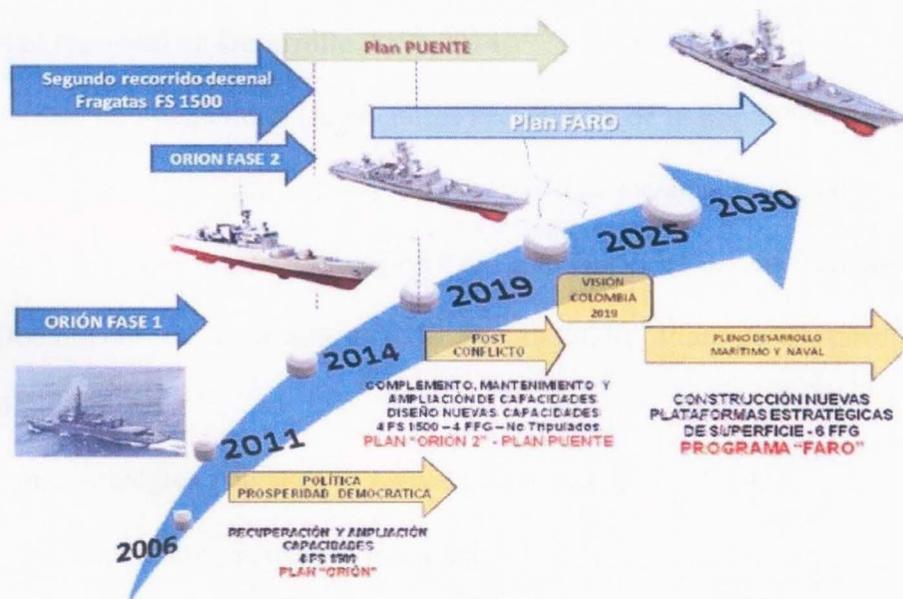


Figura 3. Prospectiva del desarrollo de Plataforma Estratégica de Superficie. Fuente: Planeamiento de Fuerza 2030

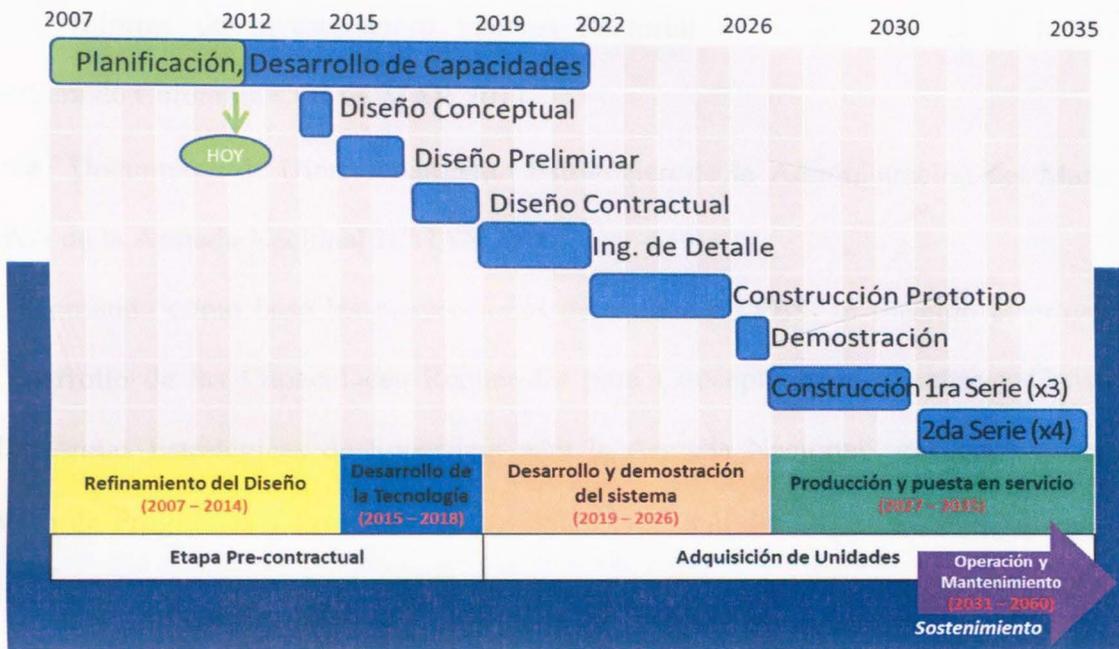


Figura 4. Metodología y Estructuración del Proyecto PES

Otros de los documentos referentes para el proyecto PES son los siguientes:

- Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.
- Política de Prosperidad Democrática Presidencia de la República.
- Guía de Planeamiento Estratégico Ministerio de Defensa Nacional.
- Guía de Planeamiento Estratégico Comando General Fuerzas Militares.
- Documento de Planeamiento de Fuerza 2030. Plan de Desarrollo Armada Nacional.
- Plan Estratégico Naval de la Armada Nacional 2011 - 2014.
- Plan de inversiones Armada Nacional.
- Documento "Visión Colombia 2019 – Departamento Nacional de Planeación.
- Plan Estratégico de Educación Naval, JINEN 2012.

- Acta No. 030 Consejo Directivo COTECMAR 2007.
- Informe de Investigación: Sistema Sectorial de Innovación de la Industria Astillera de Colombia COTECMAR 2011.
- Documento de Direccionamiento Estratégico de la Administración del Material Naval de la Armada Nacional JEMAN, 2012.

Tomando como base las proyecciones de avance de PES, se formuló el proyecto: “Desarrollo de las Capacidades Requeridas para Conceptualizar, Diseñar y Construir Plataformas Estratégicas de Superficie para la Armada Nacional” que hace parte del Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional del Departamento Nacional de Planeación, cuyo objetivo es iniciar un nuevo ciclo de vida de los Buques Estratégicos de Superficie de la Armada Nacional.

Haciendo referencia a los materiales, un gran número de las Unidades que conforman la Fuerza Estratégica de Superficie con las que cuenta Colombia, hoy en día tienen casi 50 años de haber sido construidas y básicamente están hechas de acero A131-A y A-36, lo que hasta ahora ha sido funcional. Desde hace unos pocos años, debido a la mejora en los procesos de construcción y al refinamiento en la obtención de nuevas aleaciones, en el mundo se han venido construyendo buques de casco en acero naval ligero y superestructura en materiales compuestos.

Aunque se tienen referencias de los tipos de materiales con los que otras armadas están construyendo sus buques, no se tiene certeza ni elementos de juicio, más allá de los netamente subjetivos, que nos permitan dilucidar el tipo de aleación elegida para construir el casco o el material que compondrá la superestructura de la futura fragata colombiana.

La Armada Nacional de Colombia debe explorar la posibilidad de usar materiales ligeros y resistentes en el diseño y construcción de la Plataforma Estratégica de Superficie, los cuales mejoran la relación Propiedades Mecánicas/Peso del Buque, propician un ahorro en el consumo de combustible al tener la Unidad menos tonelaje y aumenta la eficiencia en la propulsión de la misma, sin contar las ventajas que en cuanto a comportamiento en el mar y maniobrabilidad pueden otorgar.

De acuerdo con el resultado del ejercicio de la Estrategia Estratégica realizada por miembros de la Armada, la ENAP y Cotecmar (evidenciado en las figuras No.5 y No.6), se determinó que uno de los ejes en los que se debe trabajar es el de los materiales, tanto para el casco como para las estructuras internas.

La necesidad de caracterizar los materiales metálicos usados en la construcción de buques de guerra nace de la falta de elementos decisivos que orienten la elección, más allá de dudas, de X o Y aleación para la fabricación de la Plataforma Estratégica de Superficie.

La Armada Nacional de Colombia debe contar con una herramienta, una matriz de decisión, en donde se listen los materiales usados en las unidades estratégicas de superficie de otros países, sus características mecánicas y tecnológicas, resistencia a agentes externos, peso, entre otros, que le permita realizar una escogencia de la aleación o aleaciones a ser usadas en la construcción de nuestra fragata

La caracterización de los materiales metálicos usados en la construcción de buques de guerra, dará claridad en un área en el que en estos momentos no hay mucha certeza acerca de qué elegir o cómo proceder.

De aquí nace la pregunta: ¿Cuáles son los materiales metálicos más usados en la construcción de buques de guerra en el mundo, que puedan ser implementados por la Armada Nacional en la Plataforma Estratégica de Superficie?

Aparte del acero A131-A y A36, en diferentes latitudes se utilizan los aceros HY-80 y HY-100 para construir unidades de superficie estratégicas y submarinas. Estas aleaciones presentan una Resistencia a la Tensión que oscila entre 70.000 psi y 100.000 y una Resistencia Última a la tracción superior a los 130.000 psi (Machining Data Handbook, Vol 1 y 2), erigiéndose como unos materiales muy resistentes a las condiciones de trabajo y atmosféricas, pero presentan dificultades de soldabilidad y de conformado; sin embargo, se deberían realizar pruebas de campo y de laboratorio para no descartar dichas aleaciones como posibles opciones a tener en cuenta a la hora de decidir el material para la PES.

Empresas como SIMA, Damen Shipyards, Navantia, DCNS Group, Fincantieri, BAE Systems, entre otras, están actualmente ejecutando proyectos de construcción de Fragatas Misileras y Patrulleras a países como Perú (Gestión, 2013), México (Máquina de Combate, 2014), Argentina (Máquina de Combate, 2014), Brasil (Actualidad, 2013) y Venezuela (Notitarde, 2014). Los materiales que se están utilizando en dichas construcciones no se pueden encontrar fácilmente en la bibliografía especializada. Sin embargo, dicha información se podría conseguir a través de canales oficiales entre la Armada Colombiana y sus contrapartes extranjeras y, a partir de allí, empezar a realizar las pruebas de laboratorio y de campo que permitan caracterizar los materiales tanto química como tecnológica y mecánicamente

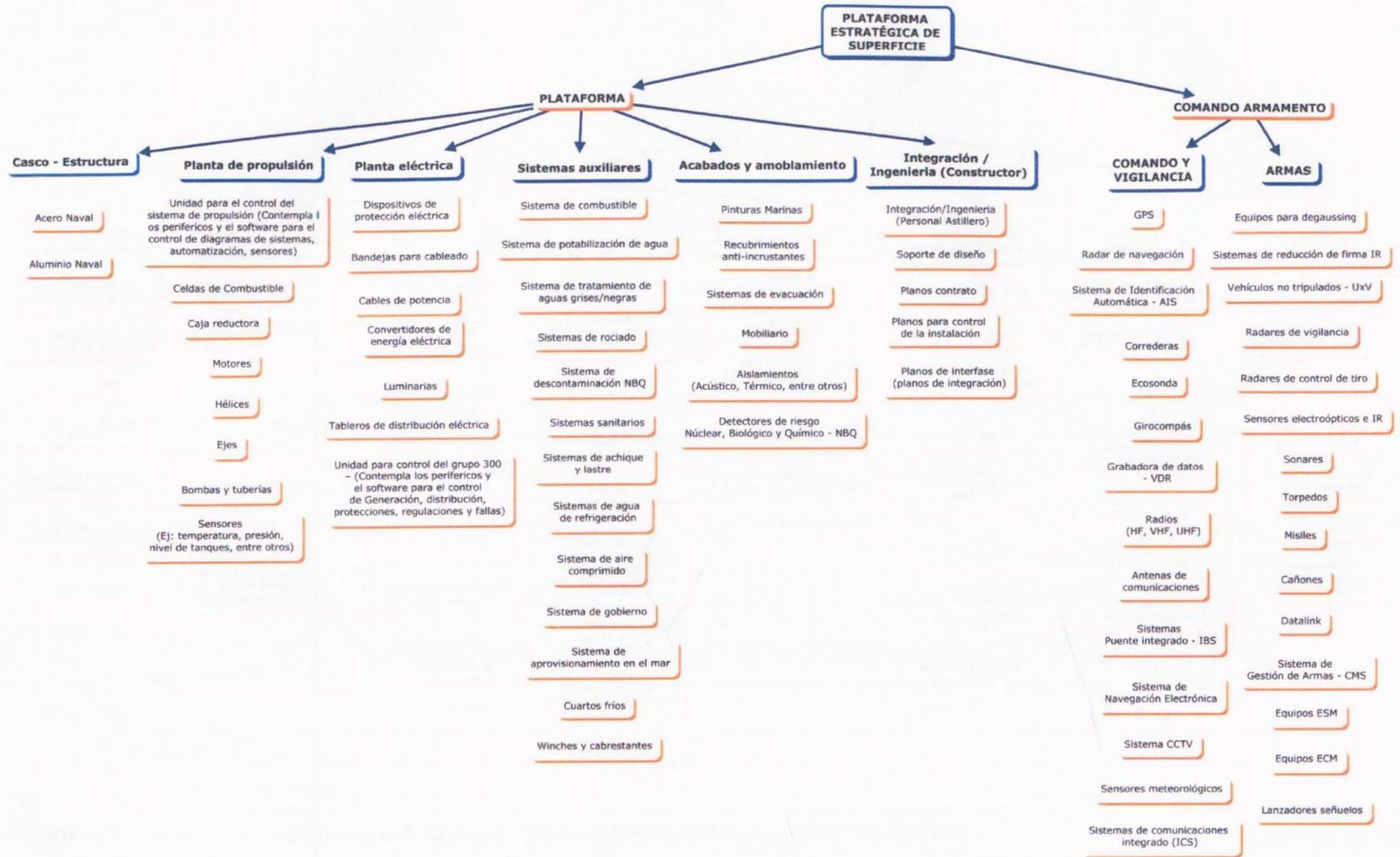


Figura 5. Árbol de Tecnologías para la Estrategia Tecnológica de PES – Tecnologías Duras

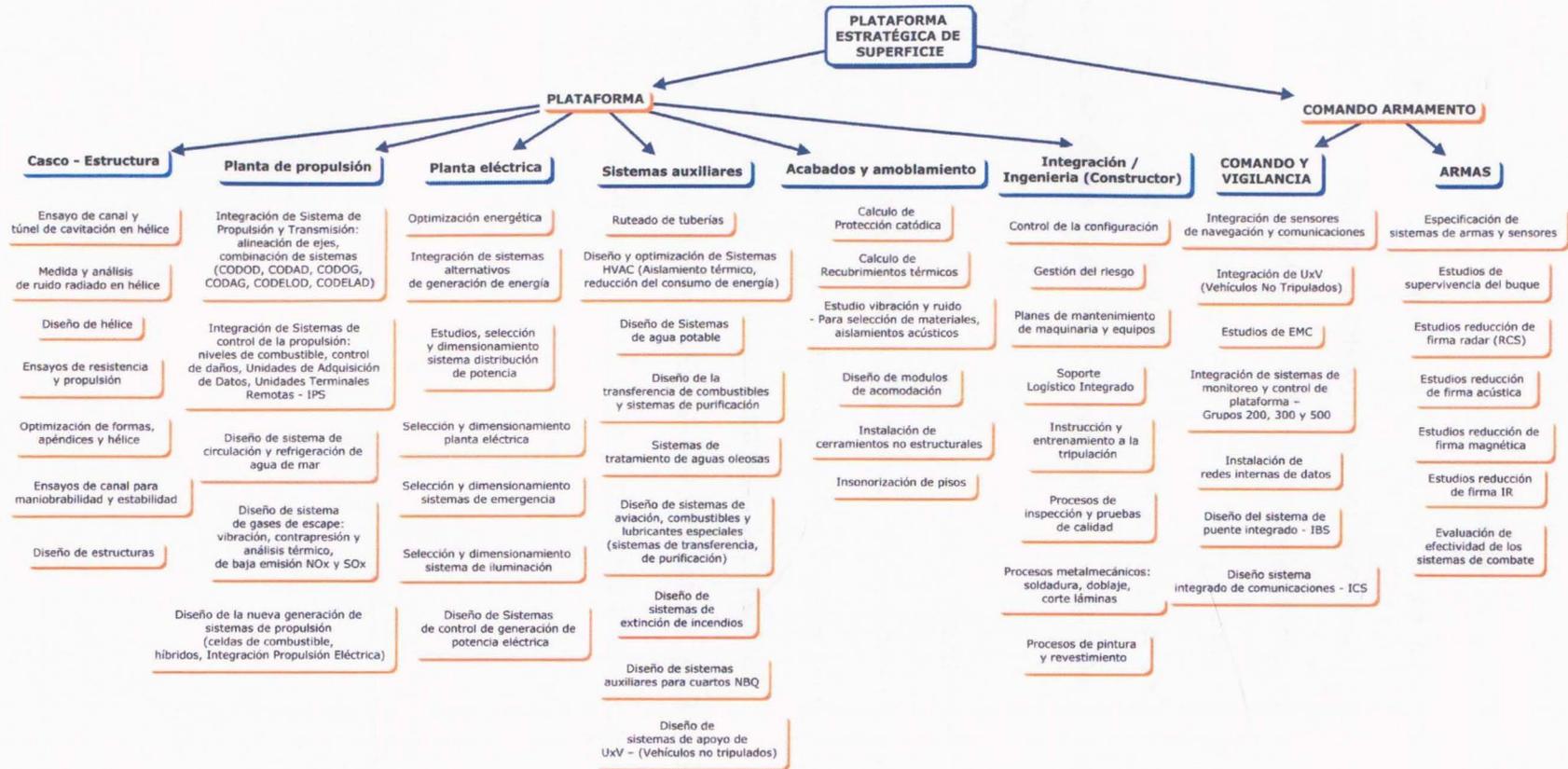


Figura 6. Árbol de tecnologías para la Estrategia Tecnológica de PES – Tecnologías Blandas

Se puede concluir que solo a través de un acercamiento entre Armadas se puede obtener información sobre los materiales que nuestros vecinos están utilizando para construir sus nuevas unidades a flote, dado que dicha información no es de fácil consecución, ni se obtiene en la bibliografía especializada.

Una vez teniendo la información de los materiales utilizados en la construcción de Unidades Estratégicas de Superficie por parte de otras Armadas, se deben determinar las pruebas a realizar con el fin de establecer las propiedades físicas, químicas y tecnológicas de dichos materiales y la posibilidad de utilizarlos en un entorno como el del Caribe y el del Pacífico Colombiano.

Con los resultados que arrojen las pruebas, se debe construir una matriz en donde se aglutinen todas las propiedades, incluidos los costos de dichos materiales. Dicha matriz servirá como herramienta para determinar los tipos de aleación que serían utilizadas en la construcción de nuestra Plataforma Estratégica de Superficie.

El reto es inmenso y el tiempo demasiado corto así que, por lo menos en el tema de los materiales a utilizar en el casco y en las estructuras internas, se debe empezar la tarea inmediatamente, si es que queremos tener elementos de juicio para poder decidir sobre éste tópico.

Referencias

- Actualidad. (14 de Diciembre de 2013). *Actualidad*. Obtenido de <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/114187-brasil-armada-modernizacion-submarinonuclear>
- Albert Soofi, S. G. (2009). A New Definition and Framework for the Development of a National Technology Strategy: The Case of Nanotechnology for Iran. *Technological Forecasting & Social Change*, 835-848.
- Armada Nacional. (2013). *Documento de Planeamiento de Fuerza 2030. Plan de Desarrollo Armada Nacional*.
- Directiva 047-DDIN. “Determinación de los lineamientos para el Macroproyecto Plataforma Estratégica de Superficie”(PES),- con Miras a su Formulación y Ejecución”.
- Gestión. (05 de Septiembre de 2013). *Gestión*. Obtenido de <http://gestion.pe/empresas/sima-construira-buque-militar-mas-grande-pacifico-sur-2075395>
- Jesús Vega, A. G. (2009). Estrategias de Adquisición de Conocimiento en los Procesos de Innovación Empresarial. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXV*, 781-791.
- Máquina de Combate. (2014 de Abril de 2014). *Máquina de Combate*. Obtenido de <http://maquina-de-combate.com/blog/?p=35935>
- Máquina de Combate. (14 de Julio de 2014). *Máquina de Combate*. Obtenido de <http://maquina-de-combate.com/blog/?p=37710>

Notitarde. (02 de Enero de 2014). *Notitarde*. Obtenido de <http://www.notitarde.com/Pais/La-Armada-recibira-buques-y-nuevo-armamento-en-20142076578/2014/01/02/293676>

Sistema Sectorial de Innovación de la Industria Astillera en Colombia (2011). Universidad del Norte, Universidad Tecnológica de Bolívar y Universidad del Rosario.

Zahra, S. (1996). Technology Strategy and New Venture Performance: A Study of Corporate-Sponsored and Independent Biotechnology Ventures. *Journal of Business Venturing* 15, 135-173.

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



201000106