
UNA NUEVA APROXIMACIÓN HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE BUQUES EN CHILE (I+D+i)

♦ RESUMEN ♦

La Dirección de Programas, Investigación y Desarrollo de la Armada tiene dos grandes áreas de responsabilidad institucional. En cuanto a programas, a través de la construcción naval, adquisición y modernización de buques y aeronaves, la cual ha sido bastante exitosa. En relación con investigación y desarrollo, si bien contamos con un interesante portafolio de desarrollos de sistemas construidos en Chile, es necesario adoptar una nueva aproximación a este tema con miras a la construcción naval continua en que nos permita, por un lado, integrarnos al ecosistema regional y nacional y, por otro, lograr que en los futuros buques de combate, eventualmente construidos en Chile, integren cada vez más sistemas desarrollados en nuestro país.



RAMIRO NAVAJAS SANTINI

Contraalmirante. Magister en Ciencias Navales y Marítimas. *Master of Arts in Defense Studies (Kings College of London 2009)*. Magister en Ingeniería Industrial (Universidad de Concepción 2000) (1964rns@gmail.com)

Construcción naval, investigación y desarrollo, innovación, construcción naval nacional

La Dirección de Programas, Investigación y Desarrollo de la Armada (DIPRIDA), tal como lo indica su nombre, tiene dos grandes áreas de responsabilidad institucional:

● Por un lado están los programas, que son un conjunto de proyectos complejos. En este aspecto, la DIPRIDA ha sido bastante exitosa, permitiendo, a través de los años, concretar importantes proyectos para la institución y el país. En efecto, en relación con el programa de construcción naval, es posible mencionar, en los últimos 15 años, la construcción de cuatro Patrulleros

Oceánicos (OPV) con la planta de Asmar Talcahuano. En el periodo de construcción de estos buques se ha podido apreciar una notable mejora, tanto en la administración de los proyectos por parte de la DIPRIDA como en los procesos constructivos de (Asmar). El último OPV, el Cabo Odger, demoró menos tiempo en su construcción, con la consecuente disminución de costos; además, al momento de ser entregado a la Armada de Chile, contaba con todo su sistema de mantenimiento, entrenamiento y la logística en línea en el sistema SALINO.¹ Otro proyecto relevante de construcción, liderado también por DIPRIDA, es el buque hidrográfico y oceanográfico AGS Cabo de Hornos, uno de los cinco más modernos del mundo en su clase. Actualmente, se encuentra en pleno proceso de construcción del futuro buque antártico (proyecto Antártico I) que representa el buque más grande construido en Chile con 10.000 ton, siendo además el primer rompehielos construido en el Pacífico sur. Este buque contará con una suite de equipos, sonares y laboratorios de microbiología de última generación, que estarán disponibles para la comunidad científica nacional, aportando de esta forma a la investigación científica en la Antártica de una forma nunca antes explorada. Luego de entregar este buque, será necesario reemplazar

las unidades anfibia y de transporte, las que también fueron construidas en Chile y que pronto cumplirán 40 años sirviendo al país en tareas de apoyo a zonas aisladas, asistencia humanitaria en catástrofes como la erupción del volcán Chaitén, el terremoto y tsunami del año 2010, aluviones etc.

Pero también la DIPRIDA está liderando otros proyectos complejos, como la modernización de los sistemas de armas y de mando y control de las fragatas tipo 23. Se trata del proyecto de modernización más profundo y complejo realizado en el país, específicamente en la planta de Asmar

Talcahuano, en conjunto con la empresa Lockheed Martin Canada.

En relación con aeronaves, se encuentra en la fase final de otro proyecto complejo, como lo es el cambio de alas, motores y aviónica, entre otros sistemas, de los aviones de exploración aeromarítima P-3 ACH, en la empresa IMP ubicada en Halifax, Canadá.

Como es posible visualizar, en lo que respecta a programas, se cuenta con las competencias técnicas y humanas para enfrentar proyectos complejos de diversa índole, desde su fase de pre-inversión, inversión y ejecución. Lo anterior permite contar con una muy buena posición para construir en el futuro todos los buques de la Armada en Chile, incluso las fragatas. Es por lo que la institución tiene la convicción que se ha llegado a un nivel de madurez que entrega la confianza para impulsar un Plan Nacional Continuo de Construcción Naval (PNCCN).

Actualmente, el 100% de las unidades de patrullaje marítimo, tanto costeras como oceánicas, han sido construidas en Chile, en la Planta de Asmar en Talcahuano. Asimismo, el 46% de las unidades auxiliares, que incluyen a los buques anfibia y de transporte, han sido construidas también en Chile.

"If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together"

Proverbio africano

1. Sistema de Administración Logístico Integrado Naval

○ La otra área de responsabilidad de la DIPRIDA es la investigación y desarrollo. Permitan al autor hacer un poco de historia para mostrar como las ciencias, la investigación, el desarrollo y la innovación son inherentes a las marinas, pues forman parte de su ADN ¿Qué duda cabe que fueron las marinas las principales emprendedoras de grandes descubrimientos geográficos, fruto de investigaciones que permitieron crear el sextante, los compases magnéticos, el astrolabio, cañones y un sin número de artilugios que fueron impulsados y creados como consecuencia del desarrollo del poder naval?

Sin ir más lejos, los relojes que llevan en sus muñecas son la evolución del cronómetro marino, que inventó el inglés John Harrison, luego de muchos años de desarrollo para resolver el problema científico más complejo de su época, que era poder determinar con precisión la longitud y evitar los naufragios masivos que significaban grandes pérdidas económicas a la corona inglesa (Sobel, 1998).

Esta directa conexión, entre marina y desarrollo tecnológico, no está exenta en el país, pues la influencia de la Armada en el desarrollo de Chile es innegable.

En el incipiente escuadra nacional, se tuvo la suerte que fuera comandada por el insigne marino inglés Lord Thomas Cochrane, quien no sólo fue brillante en la aplicación de la táctica naval, sino que fue un reconocido innovador que destacó en su época por sus 21 inventos patentados en el Reino Unido. Uno de ellos fue el diseño y construcción de una de las primeras máquinas marinas rotatorias a vapor en 1834 (Jordan y Catagneto, 2017). Cochrane, aparte de ser un personaje clave en la independencia de la patria, nos dejó en la marina ese espíritu creativo e innovador que ha pasado a formar parte de la cultura naval chilena.

Es así como contribuimos durante el siglo XIX al desarrollo del comercio marítimo y su consecuente aporte a la economía nacional, mediante el levantamiento hidrográfico de rutas de navegación en los canales australes, entradas a puertos

y señalización marítima para el tránsito seguro del comercio marítimo nacional e internacional.

En aspectos más tecnológicos, la Armada fue pionera en realizar enlaces de comunicaciones inalámbricas en Chile (1904).

Luego de la Universidad de Chile, se contó con uno de los primeros computadores IBM del país, el que estuvo destinado a los procesos de pagos de sueldos con un sistema mecanizado, bastante avanzado en su época.

En el hospital naval Almirante Nef de Valparaíso, se realizó el primer trasplante de corazón de Chile y Sudamérica (1968) y el segundo en el mundo, sólo seis meses después del primer trasplante realizado en humanos.

En los años 80 del siglo XX, se inició una nueva era de colaboración con universidades y empresas civiles para el desarrollo en Chile de sistemas de control de fuego, simuladores de sistemas de armas, desarrollo de sistemas de mando y control, señuelos, aviones controlados remotamente para ser usados como blancos de sistemas de misiles y artillería, sistemas de guerra electrónica, cohertería y señuelos etc.

En resumen, se cuenta con un interesante portafolio de investigación y desarrollo en nuestro país en conjunto con universidades, empresas como Asmar, Famae, Enaer, Sisdef, DTS y otras privadas, que dan cuenta de una integración de la institución en lo que se llama el ecosistema de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

Existe otra importante área de I+D en la DIPRIDA, representada por el departamento de análisis de operaciones. Es ahí donde se desarrollan modelos matemáticos y se diseñan tácticas y doctrinas para el ámbito operativo. Se analizan las capacidades de distintos sistemas de armas con respecto a sistemas defensivos, y se desarrollan software específicos de acuerdo con las necesidades institucionales. Muchas de las investigaciones terminan en sistemas desarrollados en conjunto con la industria nacional.

Una nueva aproximación hacia la construcción de buques...

Una nueva estructura de I+D+i

A pesar que las actividades de I+D+i continúan realizándose en la DIPRIDA, existe algo de rezago en comparación a centros de investigación y universidades a nivel nacional. Es por esta razón que la Comandancia en Jefe de la Armada publicó una nueva política institucional de I+D+i a comienzos del año 2019.

● Política de I+D+i. El objetivo general de esta política, es:

...establecer los lineamientos que permitan coordinar los esfuerzos institucionales en materia de investigación, desarrollo e innovación con respecto a la misión, tareas, objetivos y desafíos estratégicos propios de la Armada y generar sinergia entre quienes se desempeñan en ello y los grupos de interés externos de la comunidad afin.

Entre los objetivos específicos es posible resaltar la promoción de la I+D+i, concentrando los esfuerzos en esta materia e integrar las capacidades humanas disponibles en la institución. Especial mención se puede hacer en este punto en la natural integración que debe existir entre la DIPRIDA y la Academia Politécnica Naval (APOLINAV).

También se busca promover la capacitación de personal de la institución, como asimismo el intercambio y cooperación con organizaciones externas. En este sentido, es posible mencionar que hemos reforzado nuestra cooperación con la *Office of Naval Research* (ONR) de la Marina de los Estados Unidos, así como también se han realizado acercamientos con centros de investigación y universidades a nivel nacional.

Otro aspecto relevante de esta política, es la creación del Centro de Investigación



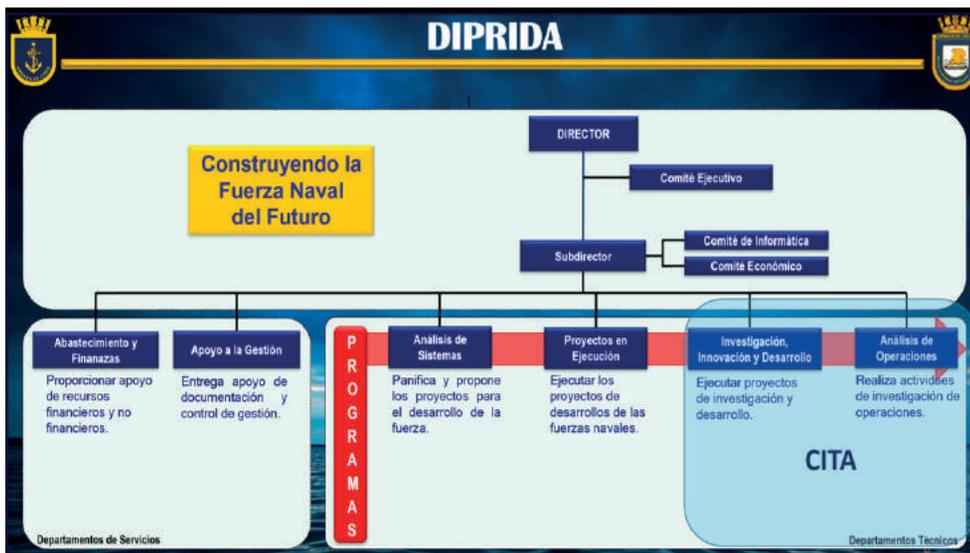
Visita al Decano de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Santiago, Don Juan Carlos de la Llera en el marco de acercamientos con centros de investigación y universidades

Tecnológica de la Armada (CITA), el que está conformado por los departamentos de Investigación y Desarrollo (I2D) y el de Análisis de Operaciones de la DIPRIDA.

Dentro de las orientaciones de captar talentos, tanto dentro de la institución como fuera de ella, se busca, entre otros aspectos, la posibilidad de incorporar reservistas que provengan del ámbito académico universitario.

Finalmente, entre otras normativas, esta política crea un Consejo Superior de Investigación, Desarrollo e Innovación (CSIDI), el cual es liderado por el Director General de los Servicios de la Armada (DGSA); su secretario ejecutivo es el Director de Programas, Investigación y Desarrollo de la Armada (DIPRIDA) y, además, este Consejo está representado ampliamente por todas las áreas de interés institucional respecto al I+D+i.

A través de este Consejo, se busca captar ideas en todo el espectro institucional, sin distinguir si éstas vienen de un almirante o de un marinero. Para ello, el reglamento orgánico del CSIDI, establece una metodología de análisis de las ideas que son presentadas y, posteriormente, filtradas tanto por los mandos como por el mismo Consejo, de manera que dicha idea esté alineada con los objetivos estratégicos de la institución y que, además, sea coherente con los programas de investigación



(o líneas investigativas) que han sido definidas por el CSIDI.

- Reglamento del consejo superior de I+D+i. Este reglamento busca darle dinámica al CSIDI, de manera que las normas y orientaciones de la política de I+D+i se cumplan de forma efectiva.

- Centro de Investigación Tecnológica de la Armada (CITA). Tal como fue indicado anteriormente, este centro está integrado por los departamentos de I+D y Análisis de Operaciones de la DIPRIDA. No es una nueva repartición, pues su dependencia técnica y militar sigue estando bajo el alero de la DIPRIDA. En el futuro, y en el marco del PNCCN, se deberían concretar algunas contrataciones, especialmente de ingenieros civiles con grados académicos de Phd, para fomentar la fabricación de diversos sistemas que puedan formar parte de las futuras unidades de combate. Sin embargo, la idea general es que el CITA no crezca en forma desmedida. En realidad, se busca que el CITA, junto a la DIPRIDA, puedan transformarse en un HUB tecnológico regional, incentivando la participación de la APOLINAV, universidades, académicos civiles, emprendedores y la industria nacional en los distintos proyectos de investigación y desarrollo que se generen, bajo la mecánica de funcionamiento del consejo superior de I+D+i, produciendo sinergia regional y nacional que irá en beneficio de la institución y del país.

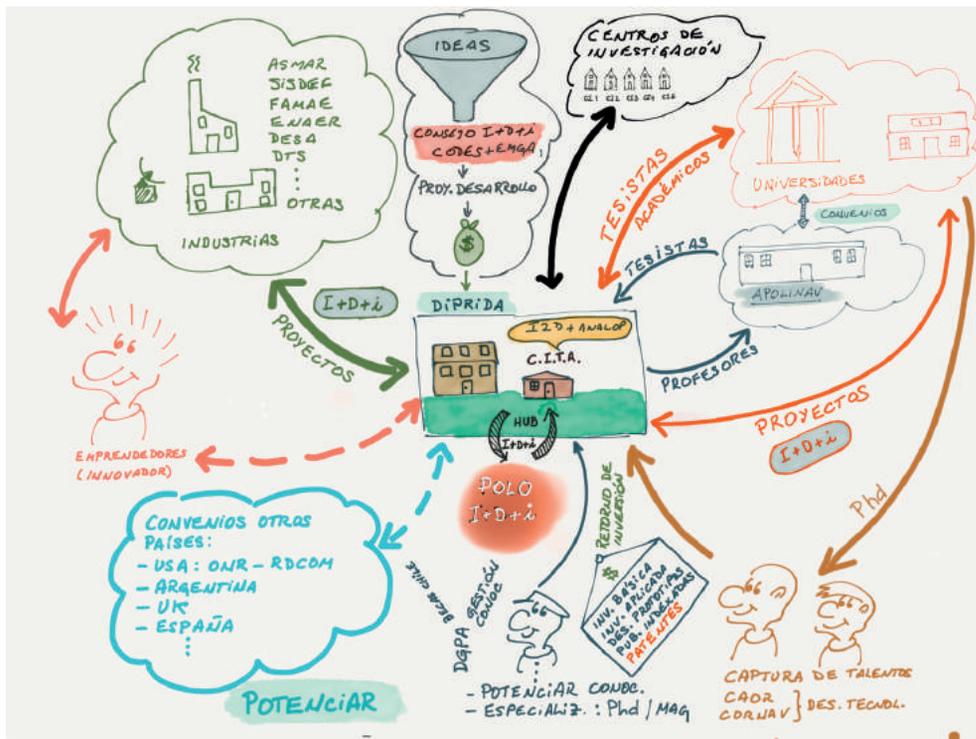
- Un nuevo modelo, polo de I+D+i institucional. En la siguiente imagen se muestra un modelo conceptual realizado por el autor, tomando en consideración una serie de reuniones con actores dentro y fuera de la institución.

Lo primero que se debe resaltar, es la idea de transformar el CITA, dependiente de la DIPRIDA, en un HUB de I+D+i. Esto está inspirado en un concepto de investigación asociativa, con el propósito de lograr conectar a este con distintos actores y organizaciones regionales y nacionales.

Un aspecto fundamental en este modelo es la estrecha relación que existe, y que debe fortalecerse aún más, entre la DIPRIDA y la APOLINAV. No sólo porque muchos de los oficiales de la DIPRIDA enseñan en dicha academia, sino también son profesores guía de alumnos de ingeniería electrónica, eléctrica, mecánica y otras. Esta relación especial de profesor-alumno, permite que el ámbito de la I+D+i se vea fortalecido al integrar en proyectos de investigación a alumnos de esta academia.

Por otra parte, como se visualiza en el diagrama, la APOLINAV tiene convenios con universidades a nivel nacional y algunos de sus profesores enseñan también en universidades de la región de Valparaíso y viceversa. Entonces, al fortalecer esta estructura, la DIPRIDA también podría involucrar a alumnos y académicos universitarios en parte de sus proyectos de

Una nueva aproximación hacia la construcción de buques...



investigación. Lo mismo ocurre a nivel de centros de investigación a nivel nacional, donde el CITA, por su naturaleza, podría suscribir convenios de cooperación o atraer a alguno de ellos a participar de nuestras investigaciones, como ya se ha hecho en el pasado con éxito; por ejemplo, con el CECS de Valdivia, en el desarrollo de un radar para medir espesores de hielos temperados desde aeronaves.

Con relación a la búsqueda de talentos, tal como lo establece la nueva política de I+D+i, a través de la reserva naval Yates o CORNAV, se podrían incorporar en calidad de reservistas a académicos de universidades para ser asignados al CITA, pudiendo, de esta forma, contribuir en determinadas investigaciones. En este mismo sentido, es posible fortalecer a los oficiales de marina, mediante la formación de postgrados, utilizando las becas del Estado en las áreas que requiera la institución. Ya existen varios oficiales que se han perfeccionado mediante estas becas.

Un aspecto que se debe robustecer, son los acuerdos actualmente vigentes con distintos países en temas de I+D+i. Tal

como se indicó, a contar del año 2019 se ha fortalecido el acercamiento con la ONR.

Los emprendedores también podrían tener cabida en este modelo. La Armada de Chile tiene muchas áreas de desempeño que son desclasificadas y que podrían servir de semillero para ideas desarrolladas por emprendedores chilenos. Asimismo, los desafíos de *Hacking for Defense* - H4D, también podrán estar abiertos a quienes emprenden.

En cuanto a las empresas de defensa y otras, la Armada, tal como ya fue mencionado, tiene un interesante historial y portafolios de sistemas desarrollados en conjunto con industrias nacionales. Por su dedicación a la defensa, existen algunas con las que se ha tenido un mayor acercamiento; sin embargo, en este modelo y en los futuros desafíos, existe cabida para todas las empresas que quieran ser parte y cumplan con las exigencias particulares de cada desafío.

Finalizando con la explicación del modelo, es menester volver a la política de I+D+i y al consejo superior de I+D+i. Una vez que las ideas son presentadas al Consejo

Una nueva aproximación hacia la construcción de buques...

R. Navajas

y éste ha comprobado el alineamiento con los objetivos estratégicos institucionales y con los programas de investigación y desarrollo, estas son puestas en conocimiento del Comité de Dirección Estratégica institucional, para convertir la idea en proyecto de investigación y, eventualmente, asignar recursos. En ese momento se ponen en marcha todas las conexiones explicadas con anterioridad, para un proyecto de I+D+i específico, donde es probable que se lance un desafío para poder acelerar el proceso de búsqueda de solución con la participación de externos.

De esta forma, se intenta que actores de distintas organizaciones y orígenes trabajen en torno a un proyecto de investigación específico de la institución, logrando un círculo virtuoso y sinérgico.

El desarrollo del poder naval es el rey y la construcción naval es la reina

Todo lo expuesto en este artículo no tiene sentido si se toma en cuenta que la Armada de Chile debe cumplir en forma eficiente los roles que, por su naturaleza y por su condición geográfica esencial insular (Jordán, 2019), el Estado le ha impuesto en las siguientes áreas de misión:

- Defensa de la soberanía e integridad territorial.
- Seguridad e intereses marítimos.
- Emergencia nacional y protección civil.
- Contribución al desarrollo nacional y a la acción del estado.
- Cooperación internacional y apoyo a la política exterior.



Al ser dichos roles de carácter permanente, la Armada debe ir actualizando y renovando sus capacidades en el tiempo. Para ello, la DIPRIDA juega un papel fundamental en la generación y administración de los proyectos que permitirán la renovación de los medios.

Sin duda, los buques de combate, los transportes anfibios, los buques auxiliares y los patrulleros son los principales medios a flote con que cuenta la institución.

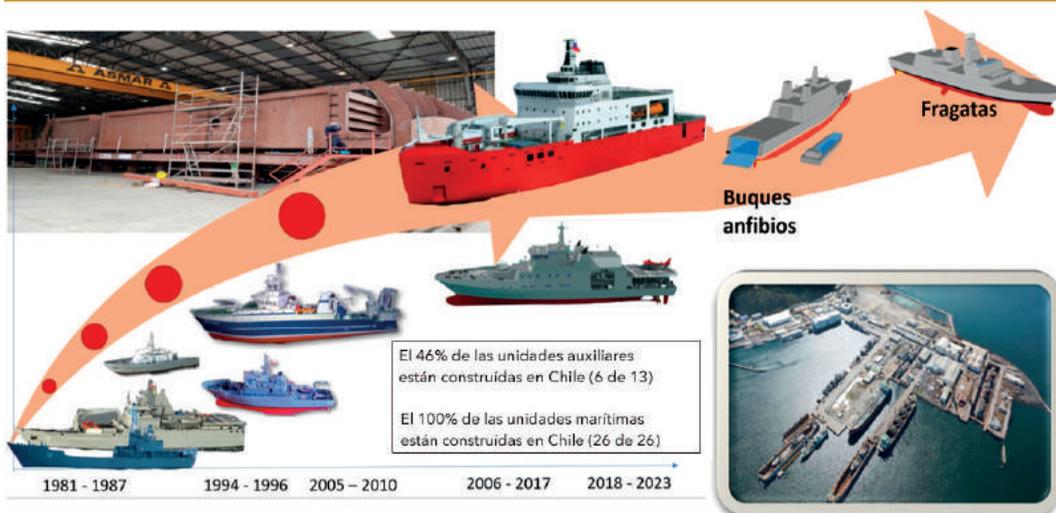
La renovación de buques tiene dos alternativas:

1. Buques de segunda mano
2. Buques nuevos

La casuística nos indica que, en el largo plazo, es más costo efectivo la renovación de buques mediante unidades nuevas. Esto fue corroborado por la facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Santiago, en una evaluación social y económica de la renovación de la flota de superficie de la Armada de Chile.

Una nueva aproximación hacia la construcción de buques,...

PLAN NACIONAL CONTÍNUO DE CONSTRUCCIÓN NAVAL



La alternativa de renovación por buques nuevos abre otras dos opciones:

1. Construcción naval en el extranjero
2. Construcción naval en Chile

En el mismo estudio, considerando la creación de empleos, el aporte a la I+D+i nacional, el porcentaje de la inversión que queda en Chile (aproximadamente el 50% para buques auxiliares) y una serie de otras externalidades positivas, se recomienda la construcción naval en Chile como mejor alternativa para renovar las unidades de superficie.

Coherentemente con lo propuesto, a través de los años hemos adquirido importantes experiencias y capacidades, tanto humanas como materiales en la DIPRIDA y en Asmar, permitiéndonos transitar en forma ordenada y, hasta ahora, con éxito hacia la construcción de buques de combate en Chile.

La siguiente figura representa la evolución de la construcción naval en Chile a contar de los años 80, del siglo XX, aun cuando Asmar construye desde el año 1960. Es posible visualizar que en la práctica, a

través de los años, se ha renovado un importante número de las unidades que se requiera para cumplir los roles asignados a la Marina, mediante la construcción naval nacional.

No es descabellado, entonces, considerar -para nuestra realidad- a la construcción naval como la reina para el desarrollo del poder naval

Conclusión

La experiencia adquirida, tanto por la DIPRIDA en la administración de proyectos complejos, como la de Asmar en la construcción cada vez más sofisticada de buques, permite afirmar, responsablemente, que se cuenta con la capacidad de construir en Chile todos los buques que requiere el país, para que la Armada desarrolle el poder naval que le permita cumplir con los roles que le son inherentes y que le ha fijado el Estado.

Sin embargo, para maximizar la inversión que queda dentro del país y producir un aporte importante en la creación de empleos y en la generación de I+D+i,

