

La gestión del cambio en buques navales de alta complejidad basado en Soporte Logístico Integrado (ILS)

The management of change in high complexity naval ships based on integrated logistics support (ILS)

Lissette Patricia Casadiego Miranda¹, Edwin Paipa Sanabria², Edinson Alfonso Bastos Blandón³, Nelson Fabricio Zúñiga Portillo⁴, Javier S Pinzón Ramírez⁵

¹: Magister en Gestión Logística, Magíster en Gestión de la Innovación de las Organizaciones, Estudiante Maestría en Administración de la Universidad Autónoma del Caribe, Doctorando en Gestión de Proyectos. Ingeniero Industrial. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Armada Nacional. Grupo de Investigación - GLAMS, Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla". Barranquilla – Colombia.

²: Magister en Ingeniería Naval, Ingeniero Naval. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Armada Nacional. COTECMAR. GLAMS. Cartagena - Colombia

³: Especialista Tecnológico en Logística Naval, Estudiante Maestría en Logística Integral de la Universidad Autónoma del Caribe Profesional en Administración Marítima, Fluvial y Portuaria. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Armada Nacional. Grupo de Investigación - GLAMS, Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla". Cartagena - Colombia

⁴: Magister en Gestión Logística, Especialista en Logística, Ingeniero Industrial. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Armada Nacional. Grupo de Investigación - GLAMS, Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla". Barranquilla – Colombia

⁵: Ingeniero Industrial. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Armada Nacional; COTECMAR. Cartagena – Colombia

Email: lissettecasa@hotmail.com

Cite this article as: L. Casadiego-Miranda, E. Paipa-Sanabria, E. Bastos-Blandón, N. Zúñiga-Portillo y J. Pinzón-Ramírez "La Gestión del Cambio en Buques Navales de Alta Complejidad Basado en Soporte Logístico Integrado (ILS)", *Prospectiva*, Vol. 20, N° 2, 2022.

Recibido: 05/08/2021 / Aceptado: 27/04/2022

<http://doi.org/10.15665/rp.v20i2.2788>

RESUMEN

Los buques navales en cada una de las fases de su ciclo de vida pueden cambiar su configuración (características físicas, funcionales y de desempeño), incorporando sistemas de alto costo que pueden impactar la fiabilidad y mantenibilidad a lo largo de su vida útil. Es aquí donde se evidencia la necesidad de un realizar adecuado proceso de apropiación y conocimiento de la gestión del cambio para el seguimiento por parte del astillero armador que para el caso objeto de estudio es COTECMAR. En cuanto al usuario operador del sistema (Armada Nacional), la adecuada gestión del cambio le permitirá llevar a cabo procesos eficientes y confiables de mantenibilidad que contribuirán a maximizar la vida útil del activo y sus sistemas. Frente a este escenario la Armada Nacional y COTECMAR, vienen realizando un proceso de implementación de metodologías de gestión y desarrollo de herramientas computacionales para atender esos requerimientos de información necesarios dentro del Soporte Logístico Integrado.

Palabras clave: Soporte Logístico Integrado, Gestión de la Configuración, Gestión de cambios, Ingeniería Logística, Astillero 4.0, Industria 4.0, Ingeniería de sistemas, Sistemas Militares.

ABSTRACT

Naval vessels in each of the phases of their life cycle can change their configuration (physical, functional and performance characteristics), incorporating high-cost systems that can impact reliability and maintainability throughout their useful life. It is here where the need for an adequate process of appropriation and knowledge of change management for monitoring by the shipyard owner, which in the case under study is COTECMAR, becomes evident. As for the user operator of the system (National Navy), the adequate change management will allow it to carry out efficient and reliable maintainability processes that will contribute to maximize the useful life of the asset and its systems. Faced with this scenario, the National Navy and COTECMAR have been carrying out a process of implementation of management methodologies and development of computational tools to meet these information requirements necessary within the Integrated Logistic Support.

Key words: Integrated Logistics Support, Configuration Management, Change Management, Logistics Engineering, Shipyard 4.0, Industry 4.0, Systems Engineering, Military Systems.

1. INTRODUCCIÓN

La industria astillera a través de la Gestión del Cambios debe proveer información actualizada, pertinente y consistente al diseño, construcción y operación de sus productos, que facilite el soporte postventa de estos (buques), y este último (servicio postventa) debe ir más allá de la garantía, incluyendo la proyección de reparaciones y las actualizaciones tecnológicas mediante la transformación del flujo de información para la gestión de requerimientos del cliente, que permita una programación de reparaciones y actualización mediante la adecuada gestión de la documentación que se genera durante el diseño y construcción de la unidad, conservando así su configuración, optimizando su disponibilidad y el cumplimiento de las misiones para las cuales fue diseñada. Dicho esto, la gestión del cambio se podría definir como el control que se lleva sobre un producto desde el diseño hasta el fin de su vida útil, documentando cada novedad que se presente durante cada una de sus etapas y siendo analizado para tomar acciones al respecto.

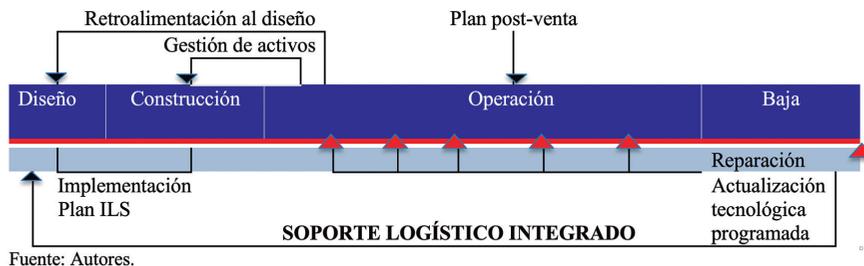
Tomando como base lo descrito anteriormente, se muestra a continuación en la figura 1 y figura 2 el diagrama del proceso de apoyo logístico actual y futuro que se debería aplicar en COTECMAR basado en la Gestión de Cambios.

Figura 1. Proceso de Soporte Logístico actual en COTECMAR.



Fuente: Autores.

Figura 2. Proceso de Soporte Logístico Integrado futuro en COTECMAR.



Fuente: Autores.

Fuente: Autores.

La proyección o propuesta del proceso de soporte logístico se fundamenta en aquellas fases del ciclo de vida de los sistemas con mayor impacto económico, como se puede observar en la figura 3 una gran parte del costo de ciclo de vida proyectado para un determinado sistema es consecuencia de las decisiones tomadas durante la fase de planificación y la fase de diseños conceptuales del sistema. Las decisiones correspondientes a los requisitos operativos, aplicaciones tecnológicas y políticas de mantenimiento y soporte, asignación de actividades de mantenimiento, selección de materiales, concepto sobre nivel de reparación, etc., tienen un gran impacto sobre el costo total del ciclo de vida del producto. Así, mientras se intentan reducir los costos iniciales de un proyecto, muchas de las decisiones del diseño y la gestión que se toman en estas fases y pueden tener efectos catastróficos a largo plazo.

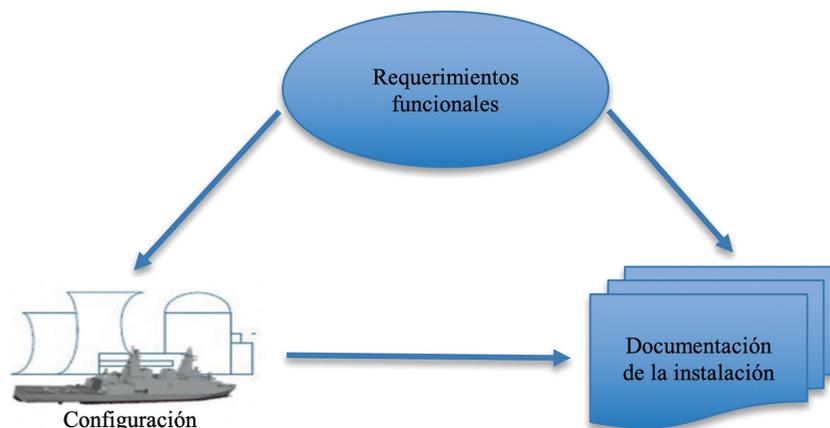
Figura 3. Costos asociados al ciclo de vida de una embarcación. [1]



Fuente. Blanchard [1]

La Gestión de la Configuración establece la base de datos y el flujo de información para el desarrollo de los demás elementos y actúa a lo largo del ciclo de vida del programa como proceso articulador para los demás elementos. Los esfuerzos realizados por la Gestión de la configuración permiten auditar y mantener la trazabilidad de las decisiones y modificaciones de diseño. En la figura 4 se establece la relación entre la gestión de configuración, requisitos funcionales y la documentación. [2]

Figura 4. Relación básica Gestión de la Configuración



Fuente. Blanchard [1]

2. MARCO TEÓRICO

El Soporte Logístico Integrado (ILS) se define como el conjunto de procesos de gestión y procesos técnicos a través de los cuales se integran requisitos que deben considerados desde etapas tempranas y durante todo el ciclo de vida, facilitando la planeación, adquisición, implementación, evaluación y atención requerimientos de los elementos logísticos, en búsqueda de la efectividad de costos y tiempo. [3]

El objetivo del Soporte Logístico Integrado es satisfacer los requerimientos logísticos de un sistema para lo cual se soporta en los distintos elementos que se relacionan y describen simplídicamente a continuación [4].

- **Plan de Soporte Logístico Integrado (ILSP):** Hoja de ruta de un programa de ILS, establece los hitos del programa y define las políticas y estrategias para su implementación.

- **Gestión de la configuración (CM):** La Gestión de la Configuración (CM) establece la configuración de un sistema, producto, equipo, componente o parte a través de la identificación de características físicas y funcionales, así como el registro y control de los cambios hechos sobre el diseño inicial.
- **Análisis del Ciclo de Vida (LCCA):** Tiene como objetivo la evaluación de las distintas alternativas de soporte y determina la conveniencia en términos de costo de las actividades del LSA.
- **Fiabilidad & Mantenibilidad (R&M):** incorpora estas características dentro del diseño del sistema.
- **Análisis de Soporte Logístico (LSA):** proporciona la estructura de organización de las tareas de ILS, asegurando la coordinación de esfuerzos durante el ciclo de vida del sistema.
- **Registro de Análisis de Soporte Logístico (LSAR):** es un subconjunto del LSA que gestiona la información y los datos que generan las actividades ejecutadas en el desarrollo del ILS.
- **Plan de Mantenimiento (MP):** Elementos fundamentales del ILS, que define el plan de mantenimiento, cuáles son sus objetivos y se mencionan actividades para su ejecución.
- **Equipos de Soporte y de Pruebas (SE):** este elemento es necesarios para el sostenimiento y mantenimiento del sistema.
- **Suministro y Aprovisionamiento (SS):** es el encargado de las acciones requeridas para la gestión de partes y asegurar su disponibilidad durante el ciclo de vida.
- **Embalaje, Manipulación, Almacenamiento y Transporte (PHS&T):** describe los procesos necesarios para la conservación de los equipos, las instalaciones y métodos requeridas para su manipulación.
- **Documentación Técnica (TD):** proporcionar la documentación necesaria para definir la línea base del sistema y los manuales para el entrenamiento del personal.
- **Instalaciones:** identifica las instalaciones necesarias para el soporte del sistema, para mantenimiento, almacenamiento y operación.
- **Personal y Entrenamiento (PT):** Define los requerimientos de personal para el soporte ILS y los procedimientos para que estos desempeñen de forma adecuada su labor.
- **Recursos Informáticos (CRS):** En este elemento se enmarcan los requerimientos para la gestión del hardware de computación y el software. [5]

En el año 1989, con el fin de aterrizar conceptos de Ingeniería de Sistemas al ámbito militar se introdujo la metodología para programas de desarrollo y adquisición de sistemas para el sector defensa PAPS (Phased Armaments Programming System) o NATO APP 20, [6] el cual permite gestionar programas complejos de planeamiento del ciclo de vida de sistemas de interés de defensa para los países miembros.

Esta metodología busca un marco estandarizado para el establecimiento de estos programas, con énfasis en la obtención de capacidades militares, orientado a la definición de hitos que van desde la concepción de la necesidad, el diseño, la construcción y la operación hasta la desactivación; para definir y estandarizar las etapas del ciclo de vida de los sistemas de interés, la OTAN se apoya en la norma AAP-48, la cual describe las etapas del ciclo de vida de los activos y que sirve de referencia para definir las etapas del PAPS, metodología que en esas mismas etapas estructura los procedimientos para un programa de obtención de medios. [7]

Con esta referencia, el PAPS tiene como propósito proporcionar un marco sistemático y coherente pero flexible, para promover programas cooperativos sobre la base de requisitos militares armonizados.

Teniendo en cuenta lo anterior y basado en la necesidad de definir un punto de inicio para desarrollar los procesos que integran el ILS en un Programa de adquisición Militar, el concepto de Gestión de la Configuración, se constituye en la espina dorsal del ILS, por ser un proceso que antecede a todos los elementos del ILS y que se

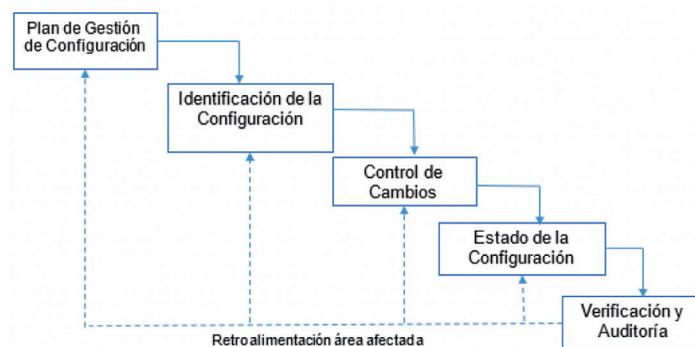
define como la disciplina que aplica métodos técnicos, de gestión, y de control para: identificar y documentar las características físicas y funcionales de un elemento de la configuración (producto, sistema, subsistema, equipo); controlar los cambios de esas características; y registrar e informar el estado de implementación de los cambios [8].

La Gestión de la Configuración, asegura la correcta identificación de las diferentes configuraciones de un producto, el control de cambios, el registro de implementación de cambios de las características físicas y funcionales de un sistema, producto, equipo y componentes. El esfuerzo principal de este elemento radica en la trazabilidad de las decisiones sobre el diseño y sus modificaciones, que inicia desde los niveles inferiores del desglose del producto [9]

3. METODOLOGÍA

La Gestión de la Configuración se entiende como el proceso que asegura la correcta identificación de las diferentes configuraciones de un producto, el control de cambios, el registro de implementación de los cambios para características físicas y funcionales para un sistema, producto, equipos y componentes. El esfuerzo de la gestión de la configuración radica en la trazabilidad de las decisiones y las modificaciones en el diseño. Esta metodología responde a las necesidades de gestión de cambios de la corporación y decide adoptarse dentro de sus procesos. La propuesta final del proceso se compone de cinco actividades principales como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Estructura de diseño del proceso de Gestión de la Configuración.



Fuente: Autores.

Fase de identificación de la configuración: Establece y mantiene el conjunto de documentos e información técnica que describen un producto (línea base) para el control y registro del estado de la configuración de un sistema y sus elementos configurados (producto, equipo, subsistema) a través del ciclo de vida.

Fase de control de la configuración: Actividad sistemática que garantiza que los cambios realizados en la documentación y datos de la configuración se incorporen, identifiquen, documenten, evalúen, aprueben acorde con los niveles de autoridad.

Después de la entrega inicial de la información sobre la configuración del producto, se deben verificar todos los cambios, el impacto potencial, los requisitos de los clientes y la línea de referencia de la configuración afectarán el grado de control necesario para procesar un cambio propuesto o concesión.

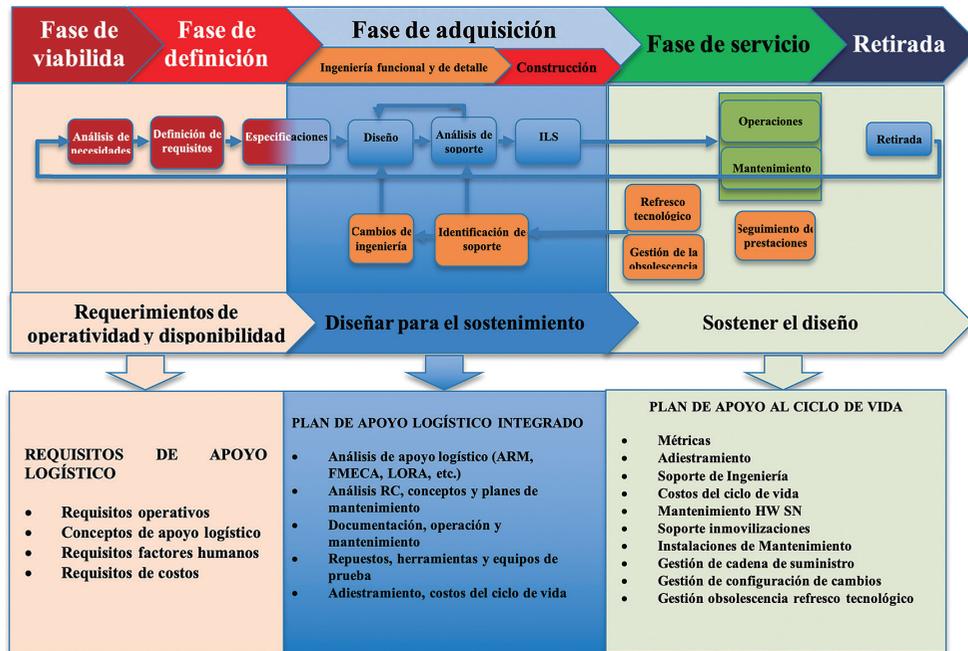
Fase de estado de la configuración: Actividad mediante la cual se crea y organiza la base de conocimiento necesaria para mantener la trazabilidad en la Gestión de la Configuración. En adición, el objetivo del estado de la configuración es suministrar información referente a la configuración con alto grado de fiabilidad para el soporte o proyección de actividades incluyendo soporte logístico, modificación y mantenimiento. En caso de que se generen problemas, la verificación del conjunto de documentos que conforman la línea base y la aprobación de modificaciones puede ayudar a determinar rápidamente la causa y sus posibles soluciones.

Fase de auditorías de la configuración: Proceso común en la Gestión de la Configuración, Ingeniería de Diseño, Manufactura y Control de Calidad. Esto quiere decir que es una forma mediante la cual se verifica la solución

diseñada. Este proceso incluye verificación y evaluación sobre los Elementos de Configuración seleccionados, estableciendo la conformidad entre Configuración as-built y Configuración de diseño, además de verificar los cambios que pueden producirse en la configuración en la etapa de operación y sostenimiento.

Estas actividades no presentan una estricta precedencia a lo largo del ciclo de vida del sistema, además dependerá de la estrategia de adquisición de la embarcación (Buque nuevo o usado), sin embargo, se puede distinguir tres grandes fases las cuales deben realizarse necesarias de manera secuencial dentro del proceso como se representa en la figura 6.

Figura 6. Distinción de las fases del ILS y el proceso Gestión de la configuración [10].



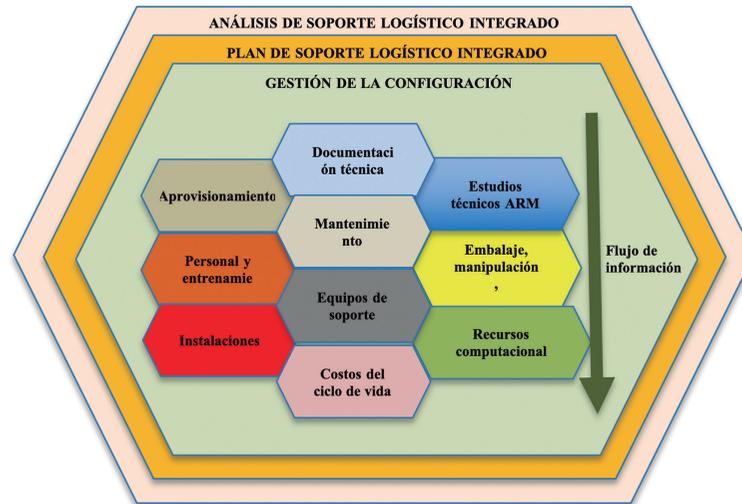
Fuente: Adaptación de autores.

Tomando como referencia la construcción de una nueva unidad para la Armada Nacional, la primera fase que corresponde al proceso de viabilidad y definición es responsabilidad del Estado Mayor de la Armada, desde donde se generan los requisitos de operatividad y disponibilidad a través de documentos rectores del programa, la segunda fase corresponde al proceso de adquisición y la responsabilidad de su ejecución es conjunta con el astillero de apoyo donde se pretende influenciar en el diseño, realizando estudios alusivos a cada uno de los elementos del ILS con el fin de tomar las mejores decisiones para el sostenimiento de la capacidad. La tercera fase corresponde al proceso de servicio y retirada donde se administra el paquete de ILS y se retroalimentan las decisiones tomadas a lo largo del Programa Naval.

4. RESULTADOS

COTECMAR en el año 2019 ha definido su mapa estratégico para el escenario del corto plazo 2019-2022, en el cual se prioriza el sostenimiento y desarrollo de capacidades de la ARC, así como brindar soluciones integrales para la industria Naval, Marítima y Fluvial y el fortalecimiento de la gestión de la innovación. Lo cual está directamente conectado con el desarrollo de metodologías y mejoramiento de procesos para el soporte al ciclo de vida de la embarcación y poder desarrollar un plan de Soporte Logístico Integrado que cumpla con los objetivos de la Armada Nacional de tener la adecuada disponibilidad de las embarcaciones al menor costo posible. Basado en lo descrito en los apartados anteriores se diseñó una estructura de ILS para la gestión de un Programa Naval en COTECMAR, la cual se ejemplariza en la siguiente figura.

Figura 8. Priorización de los elementos del ILS.



Fuente: Autores.

Por otro lado, dado que entre el 60% y el 80% de los costos totales de una embarcación, están asociados a la operación y mantenimiento como se muestra en la figura 8 [11], la no implementación del ILS haría que COTECMAR se pierdan oportunidades de negocio, percibiendo solo los costos de adquisición (20%-30%) perdiendo los de sostenimiento. Adicionalmente, dada la iniciativa de mencionada organización de prestar servicios integrales a la industria, es necesario tener en cuenta el nivel tecnológico de estos procesos para así disminuir la brecha tecnológica y poder ser competitivos e incursionar en esta línea de negocio. Por otro lado, se podría perder la oportunidad de mejorar de la atención postventa de los buques ya construidos, incrementando la insatisfacción del cliente y generaría una mala percepción acerca de la marca de la empresa [12,13].

Figura 9. Costos en las diferentes fases del ciclo de vida de una embarcación.

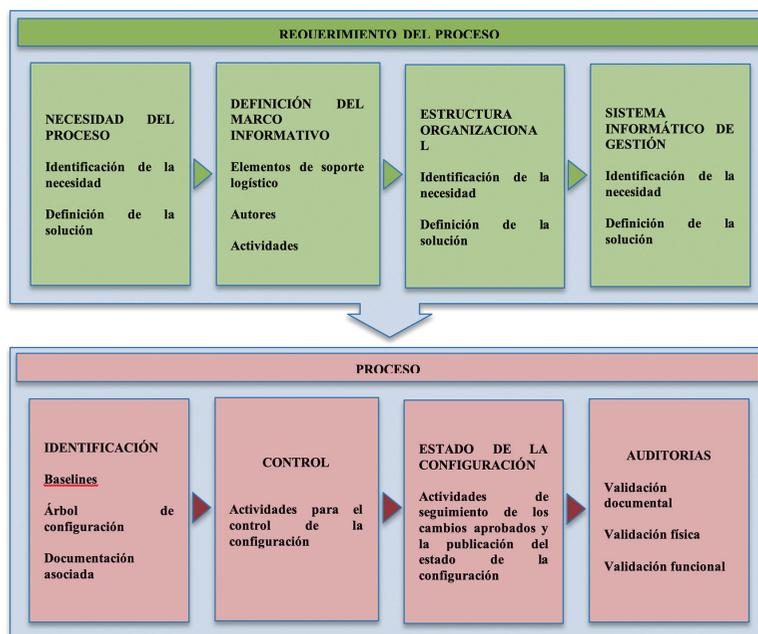


Fuente. NAVANTIA [10]

Como resultado a corto plazo, el fortalecimiento del proceso de gestión de la configuración permitirá organizar el “conocimiento” como activo principal de la corporación (las características técnicas y logísticas) de los buques diseñados y construidos en COTECMAR y de esta manera aprovechar esta iniciativa impactando positivamente el servicio postventa, haciéndolo más oportuno, evitando tener unidades fuera de servicio, presentando convenientemente propuestas de actualización tecnológica, aprovechando de mejor manera las herramientas y capacidades que actualmente son usadas en el diseño para prestar nuevos servicios orientados a la industria 4.0 [14].

Es así como se propone priorizar la implementación de una metodología de proceso de Gestión de la Configuración con el fin construir y gestionar los datos que se requieren para la adecuada ejecución de actividades y tareas presentes en los demás elementos que conforman el Soporte Logístico Integrado a lo largo del ciclo de vida [15]. En la figura 10 se establece la estructura de las fases requeridas por la metodología para abordar el diseño este proceso.

Figura 10. Estructura de diseño del proceso de Gestión de la configuración.



Fuente: Autores.

El diseño del proceso planteado inicia con la planeación de la configuración, la cual se verá ajustada con los requerimientos del cliente para la gestión de la configuración y de los demás elementos del ILS, obteniendo como resultados de esta etapa el Plan de Gestión de Configuración (PGC) [16], para el cual debe contemplarse su permanente actualización a lo largo del ciclo de vida y tendrá los acuerdos como nivel de detalle de la información, puntos de control, equipos de seguimiento entre otros.

Sistema de información diseñado

En la actualidad es impensable realizar una gestión eficaz sin el apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), por lo que la finalidad de esta sección es describir las generalizadas de las capacidades de la nueva aplicación desarrollada para la gestión del ILS y apoyo a ciclo de vida [17,18].

El objetivo del sistema de información desarrollado fue el disponer de una herramienta ofimática que integrara una base de datos toda la información del ILS poniéndola a disposición del personal de soporte, mantenimiento y operación de la embarcación. Además de ayudar al cliente en la gestión del aprovisionamiento, mantenimiento, sincronización de la información entre el buque y la base de datos [19-20].

Para la gestión correcta en el portal del ciclo de vida fue necesario dividir la herramienta por módulos básicos como apoyo a la gestión. Todos los módulos debieron quedar estrechamente integrados entre sí para dar resultados como un sistema informático de gestión de la información de apoyo logístico útil para la organización y el cliente. A continuación, se explicarán los cuatros módulos básicos de esta herramienta y algunos módulos que se podrán generar teniendo en cuenta la solicitud del cliente. Es necesario explicar que para cada cliente esta herramienta debe ser personalizable. En la figura 11 se establecen los módulos principales y secundarios propuestos:

Portal de cambios: Módulo enfocado en el seguimiento y registro de la trazabilidad de los cambios generados desde el diseño hasta la construcción del buque.

Figura 11. Módulos sistema información diseñado.



Fuente: Autores.

Gestión de la configuración: Módulo enfocado en el seguimiento y registro de la configuración del buque (Equipos y su respectiva documentación). Módulo enlazado con el Módulo Portal de Cambios para ver las novedades que puedan afectar equipos.

Módulo de documentación: Este módulo permite visualizar toda la documentación de apoyo a los elementos configurados que existen en las embarcaciones; esta documentación residirá en un servidor que puede denominarse (Biblioteca Técnica Digital). Cada documento está identificado por un número y se asocia al árbol de elementos configurados.

Módulo de suministro: Permitirá realizar la gestión de aprovisionamiento teniendo en cuenta los escalones de mantenimiento, órdenes de compra, información asociada al ciclo logístico de los materiales.

Módulo de Mantenimiento: Permitirá la programación y control de las actividades de mantenimiento, además de información que permita ayudar a la toma de decisiones sobre actualizaciones tecnológicas y cargas de trabajo de personal.

Para la implementación del sistema de información se realizaron pruebas funcionales en proyectos reales de la corporación durante el año 2020.

La información obtenida durante estas pruebas permite tomar decisiones de mejora en sus procesos y la consolidación de canales de comunicación entre las partes interesadas de la corporación como lo son sus proveedores y clientes.

Los resultados, en esta primera fase de implementación del sistema de información arrojó la siguiente información:

- Más de quinientos reportes por cambios se manejaron a través del sistema
- Más de ocho proyectos tuvieron impacto positivo en la gestión documental. Los documentos que se tuvieron como referencia en esta etapa de pruebas fueron los manuales de mantenimiento de equipos, planos de los buques e información de compras como órdenes de compra o garantías.
- Dos proyectos tuvieron la entrega de sus planes de mantenimiento a través del sistema de información para consulta remota por parte del cliente.

Tomando como punto de partida el comportamiento durante el primer año de implementación del sistema de información, el alcance de este se ha expandido, abarcando nuevas funcionalidades y creciendo en el número de usuarios registrados.

5. CONCLUSIONES

La aplicación del ILS y la gestión de la configuración en el marco de proyectos de adquisición militar exige un nuevo modelo de relacionamiento entre COTECMAR y sus clientes, donde se establezcan acuerdos que van más allá de la reparación incorporando la gestión del ciclo de vida de los activos a mediano y largo plazo. La implementación de estos acuerdos permitirá generar ecosistemas industriales aptos para especialización de los proveedores colombianos optimización el costo del ciclo de vida.

El proceso de gestión de la configuración para sistemas complejos como son los proyectos de defensa es un elemento altamente dependiente de los sistemas de información. Las herramientas comerciales estándar no soportan de manera integral este proceso y es por esto se establece la necesidad de crear herramientas a la medida que permitan una menor dependencia tecnológica a las herramientas comerciales.

En la actualidad COTECMAR tiene una oportunidad invaluable para mejorar sus procesos, capacidades técnicas y logísticas adaptadas a la demanda cada vez más exigente de su principal cliente (Armada Nacional) por mantener sus buques con altos indicadores de disponibilidad operativa y logística, al tiempo que no puede permitirse apartarse del avance de las tecnologías 4.0 y de estar a la vanguardia de astilleros a nivel mundial.

El primer año de funcionamiento del sistema de información se obtuvieron resultados positivos para todo el ciclo de vida de los diferentes buques. Esto se debe principalmente a que la información en el sistema permitió determinar los costos por cambios durante el diseño y la construcción, la trazabilidad de cambios y la definición de canales de comunicación con el cliente.

Es fundamental hacer énfasis en este último aspecto, ya que definir el canal de comunicación con el cliente permite la integración de la herramienta para el análisis del comportamiento de los equipos durante su operación. Del comportamiento de los equipos durante la fase de operación se pueden obtener datos relevantes para estudios de confiabilidad, necesidades de abastecimiento y oportunidades de mejora en los planes de mantenimiento.

COTECMAR y la ARC deben transformar el modelo actual de mantenimiento para implementar un modelo de Soporte Logístico Integrado en línea con normativas internacionales como las de la OTAN, esto permitirá que la ARC pueda hacer interoperables sus buques con otras marinas, reducir costos de mantenimiento de sus buques, optimizar las compras de equipos COTS, desarrollar tecnologías duales, participar en proyectos internacionales de I+D+i [21], e incrementar su relacionamiento con la base tecnológica industrial para perfeccionar el soporte al ciclo de vida de las embarcaciones.

REFERENCIAS

- [1] B. Blanchard, System Engineering Management, New York: Wiley & Sons, 1991.
- [2] E. Paipa, Propuesta Metodológica Para La Implementación Del Proceso De Gestión De Configuración En El Marco Del Soporte Logístico Integrado En Cotecmar. (Proyecto de maestría) Escuela naval de cadetes "Almirante Padilla" Cartagena, 2021
- [3] NATO, Guidance on integrated logistics support for multinational armament programmes, North Atlantic Treaty Organization, 2011.
- [4] J. D. González, F. Lamas y Aller, «Evolución Del Centro De Supervisión Y Análisis De Datos De La Armada» *Revista de la Armada Española*, p. 333, 2018.
- [5] Casadiego L, Calderón A, Bastos E, Zuñiga F. Software para la evaluación de la implementación y de los niveles de madurez de los elementos logísticos del ILS en la Armada de Colombia "EIMILS-ARC". Armada de Colombia, Barranquilla, 2021
- [6] NATO, «AAP-48,» NATO Standarization Agency, Bruselas, 2007.
- [7] J. Diaz y C. Fajardo, «Adaptación de Sistema PAPS (NATO-Phased Armaments Programming System) en la Armada de Colombia,» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, p. 458, 2018.
- [8] Department of Defense EEUU, Integrated Logistics Support Implementation Guide for DoD Systems and Equipment, Washington D.C: Government Printing Office, 1972.
- [9] AIA y ASD, The S-Series ILS especifications, Brussels, 2016.
- [10] NAVANTIA, «Presentación Software EOLO,» Madrid, 2017.
- [11] NATO, ANEP-49 Ways to reduce costs of ships, 2001.
- [12] H. Murcia, E. Paipa Sanabria y M. Ruiz, «Importancia de la Metodología de planeación por capacidades y del Soporte Logístico Integrado en Programas Navales de Alta complejidad en Colombia,» Cartagena, 2019.
- [13] COTECMAR, Direccionamiento Estratégico 2019-2034, Cartagena, 2019.
- [14] A. Recamán, «Astillero 4.0,» Cartagena, 2017.
- [15] ARC, «Plan estratégico Naval 2015-2018,» 2016. [En línea]. Available: https://www.armada.mil.co/sites/default/files/plan_estrategico_naval_2016_v2.pdf.
- [16] AIA, ASD, SX00i International guide for the use of the S-Series., Brussels, 2016.
- [17] NATO, Guidance on Configuration management, 2017.
- [18] NATO, Alp- 10: NATO guidance on Integrated Logistics support for multinational Armament Programmes, 2017.
- [19] ISO, ISO-10007 "Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración, 2018.
- [20] NATO, STANAG 4427 "Configuration Management In System Life Cycle Management", North Atlantic Treaty Organization, 2014.
- [21] J.M. Riola y G. González, «Los observatorios tecnológicos,» de I+D+i de defensa: los observatorios tecnológicos. 48 congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima, Vigo, 2009.