

ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE UNIDADES NAVALES

William F. Wood Chettle*



Introducción.

La Armada de Chile impulsada por el deseo de una mejor utilización de los recursos, se encuentra en una dinámica que promueve una cantidad considerable de cambios,

tales como los que ocurren actualmente en el área organizacional. Estos cambios están ocurriendo principalmente en el área de la Logística Naval y particularmente en el área de la Administración de la Configuración. Esta monografía pretende ilustrar sobre el proceso de la administración de los cambios físicos y funcionales de un buque durante su Ciclo de Vida, en el contexto de un proyecto que normalmente tiene una duración de por lo menos 40 años y normalizar el vocabulario respecto del tema.

Visión general.

La aproximación sistémica de la figura 1,¹ donde se muestra de manera general los elementos de un sistema logístico, no es nueva para este problema, se viene desarrollando hace más de 50 años. De hecho la ingeniería de sistemas constituye un "proceso intelectual" o una forma de organizar trabajos, lo que requiere de un cambio de mentalidad o de cultura. Esto no es más que una buena ingeniería que pone especial énfasis en el resultado para la Armada, considerando el ámbito de la Logística como un todo con el

producto, para lo cual utiliza un enfoque arriba-abajo (top-down) viendo al sistema como un todo. En la figura 2 se muestra la configuración desde un punto de vista organizacional sistémico para la Armada, que incluye el concepto de la administración del *Ciclo de Vida* del producto para las organizaciones subsistémicas y donde cada producto configurado debe tener su canon establecido, conceptos que se visualizan mejor más adelante.

También es necesario contemplar todo el *Ciclo de Vida* de un sistema, en este caso, de un buque. Esto se refiere al diseño conceptual, diseño preliminar, diseño de detalle, construcción, operación, mantenimiento y posterior retiro del servicio, como se visualiza más adelante en la figura 4. Para poder evaluar adecuadamente los riesgos asociados con las decisiones adoptadas



Fig. 1. Elementos de un sistema logístico.
(Fuente: B. S. Blanchard).

* Capitán de Fragata. Oficial de Estado Mayor. Ingeniero Naval Mecánico APN, Diplomado Ingeniería Industrial Universidad de Concepción.
1. Blanchard, B. S., Logistics Engineering and Management.

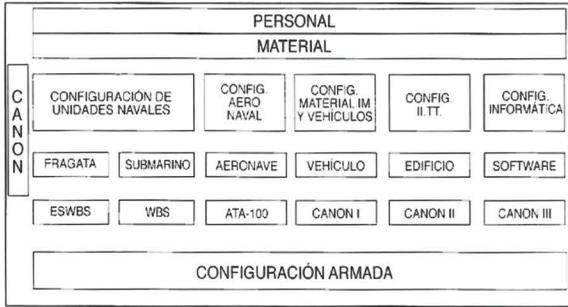


Fig. 2. Configuración sistémica de la Armada.

en el proceso inicial de toma de decisiones, es necesario que las mismas se basen en consideraciones del Ciclo de Vida. Una buena definición de los requerimientos, líneas de referencia o configuraciones base al inicio de un proyecto de esta envergadura disminuye el riesgo en el tiempo. Una administración pobre de las configuraciones iniciales aumentan los costos cuando ocurren cambios en el proyecto a medio camino, tal como lo refleja la figura 3.²

La tarea de efectuar el Control de la Configuración, en otras palabras, llevar el control de cambios de un proyecto de la envergadura del Ciclo de Vida de un buque es un problema que tiene connotaciones mayores, tiene un aspecto en el tema técnico y un aspecto en el tema de la administración. Involucra todo el nivel de la organización del proyecto y de otras organizaciones de la Armada, como son, las direcciones técnicas y las direcciones generales.

Pero, ¿Qué es el Control de la Configuración? Para entenderlo es necesario visualizarlo desde la perspectiva de la Administración de la Configuración de un buque que es una de las funciones de la Administración de la Configuración logística de la Armada. Antes de proseguir definiremos primero lo que es Configuración.

¿Qué es Configuración?

Para entender lo que es configuración veremos cómo es usada esta acepción en la

lengua castellana en los distintos ámbitos de las ciencias:

- En física mecánica es cuando la forma de un sólido o estructura, cambia en el tiempo durante un proceso de deformación. Para analizar dicha deformación, o esfuerzo, se adopta una configuración de referencia llamada "configuración no deformada" para trazar la deformación de los tres ejes respecto de la referencia del vector u.
- En química es la determinación espacial del arreglo de átomos en una molécula, lo que actualmente se efectúa por medios ópticos y químicos.
- En electrónica la configuración indica el número específico de electrones en su respectiva órbita atómica.
- En ciencias sociales, específicamente en antropología, la configuración de la cultura intenta trazar el auge y caída del desarrollo del pensamiento y el arte en la civilización humana.

El común denominador en el concepto de configuración se define como los cambios que ocurren en el tiempo al objeto que se analiza o controla. Por lo tanto, podemos decir con toda propiedad que configuración es un patrón de un objeto o material que se deforma en el tiempo. El canon es este patrón codificado de acuerdo a una metodología establecida previamente y normalizada.

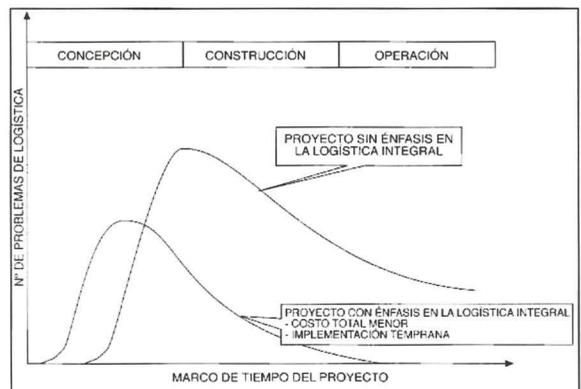


Fig. 3. Consecuencias de abordar tardíamente la logística integral.

2. Blanchard, B. S., Logistics Engineering and Management.

Finalmente, de acuerdo a la ISO 10007, configuración se entiende como: "Características Funcionales y Físicas de un producto definido por medio de documentos técnicos y que además concuerde con la realidad Física del producto", y nuestro producto es un buque.

El Sistema de Administración de la Configuración.

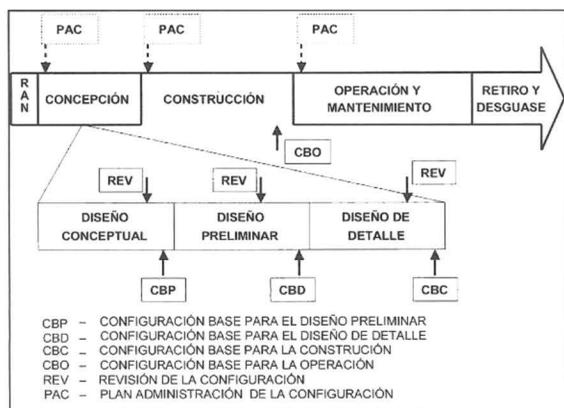


Fig. 4. Actividades de A.C. durante el proyecto.

La Administración de la Configuración (A.C.) es una disciplina de la administración que aplica la dirección técnica y administrativa al desarrollo, producción y soporte a lo largo del *Ciclo de Vida de un Ítem de Configuración*. Esta disciplina es aplicable a hardware, software, materiales procesados, servicios y documentación técnica asociada. La Administración de la Configuración es una parte integral de la administración del Ciclo de Vida. (Lo ilustra el ejemplo de la figura 4).

El objetivo principal de la Administración de la Configuración es documentar y proveer una visualización completa de la Configuración actual de un Producto y del estado en que se encuentran los requerimientos funcionales y físicos que se desean alcanzar. Además, como otro objetivo, que toda persona trabaje con documentación precisa y válida en cualquier momento del Ciclo de Vida del proyecto. *Los elementos principales son:*

- *El proceso de la Administración de la Configuración, que comprende las acti-*

vidades de identificación, control, informe del estado y auditoría de la configuración

- *La organización de la Administración de la Configuración, organizada con responsabilidades definidas, suficiente independencia y autoridad para alcanzar los objetivos*
- *Los planes y procedimientos de la Administración de la Configuración, donde las políticas, actividades y convenios relacionados con los procesos deben estar contenidos en procedimientos escritos.*
- *La Auditoría al Sistema de la Administración de la Configuración (A.C.), que se efectúa para verificar el cumplimiento de los procedimientos y planes del sistema de A.C.*

El Proceso de la Administración de la Configuración.

La Administración de la Configuración son aquellas Actividades técnicas y organizacionales que comprenden:

- Identificación de la Configuración.
- Control de la Configuración.
- Informe del Estado de la Configuración.
- Auditoría de la Configuración.

Identificación de la Configuración.

El proceso de identificar la configuración conlleva, identificar la estructura misma de la configuración, en este caso un buque, seleccionar los ítem de configuración, docu-

CANON	ÍTEM DE CONFIGURACIÓN
(ESWBS)	(TÍTULO)
0000	SISTEMA ADMINISTRACIÓN
1000	SISTEMA CASCO ESTRUCTURA
2000	SISTEMA PLANTA PROPULSORA
2300	UNIDADES DE PROPULSIÓN
2330	MOTORES
2340	TURBINA A GAS
3000	SISTEMA ELÉCTRICO
4000	SISTEMA MANDO Y REBUSCA
4103	SUBSISTEMA AAW - BARAK
5000	SISTEMA AUXILIARES
6000	SISTEMA EQUIPOS Y ACCESORIOS
7000	SISTEMA ARMAMENTO
7212	UNIDAD LANZADORA VERTICAL - BARAK
8000	SISTEMA INTEGRACIÓN DE INGENIERÍA
9000	SISTEMA SERVICIOS DE APOYO

Fig. 5. Ejemplo de canon y descripción de ítem de configuración.

mentar los ítem de configuración y seleccionar una estructura numérica de identificación que llamaremos canon. La figura 5 muestra un ejemplo de canon y su descripción.

- Estructura del Producto y selección de los ítem de Configuración.

Se describe en una estructura jerarquizada la relación y la posición del ítem de la Configuración en el desmembramiento del producto.

Los ítem de configuración se seleccionan aplicando un proceso de quiebre o desmembramiento utilizando un criterio guía para la selección de los ítem de la configuración.

- Documentación de los ítem de Configuración.

Todas las características funcionales y físicas de los ítem de configuración que sean necesarias incluyendo las interfaces, cambios, desviaciones y concesiones son claramente descritos en documentos identificables. A estos documentos se les denominan "Documentos de la Configuración".

- Canon.

Es una numeración convenida aplicada en la identificación de los ítem de configuración, sus partes, ensamblajes, documentos, interfaces o interrelaciones, cambios, desviaciones y concesiones (Ejemplo en figura 5).

Control de la Configuración.

Todo cambio debe ser controlado desde el momento que se emiten los primeros documentos de la configuración base. El grado de formalidad en el proceso de control de cambios y la base del sistema de identificación utilizado para clasificar y categorizar el cambio, dependerá de los impactos que tengan estos cambios en los requerimientos, en este caso de la Armada, y la configuración de referencia afectada (figura 6).

El Control de la Configuración comprende el siguiente conjunto de actividades que se documentan en detalle de acuerdo a un procedimiento de control de cambios:

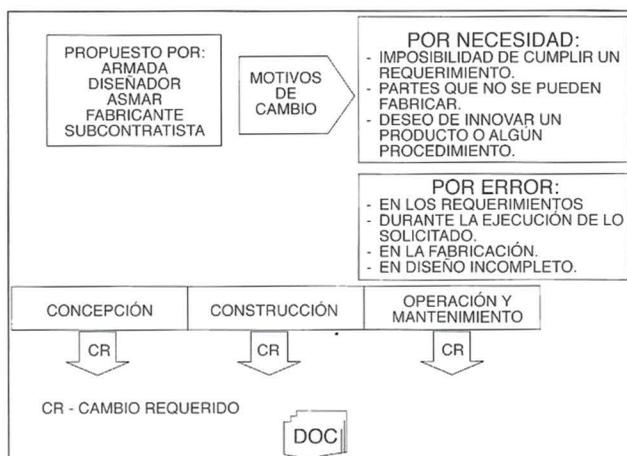


Fig. 6. El cambio documentado.

- La documentación y justificación del cambio.
- La evaluación y consecuencias del cambio.
- La aprobación o rechazo del cambio.
- La implementación y verificación del cambio.
- El proceso de las desviaciones y concesiones.

Para proteger la integridad de la configuración y proveer una referencia para el control de cambios, es esencial que los ítem de la configuración, sus partes constituyentes y su documentación se mantengan en un ambiente que:

- Sea adecuado con las condiciones ambientales requeridos (i.e. hardware del computador, software, data, documentos, planos, etc).
- Esté protegido de cambios no autorizados o mal intencionados.
- Provisto de medios de respaldo de la información.
- Permita el registro del retiro de software, datos, documentos y planos del control maestro.
- Permita soportar la información entre el estado de la configuración como se construyó y la configuración de cómo se diseñó el producto.

Para entender el problema de la necesidad de una herramienta para el control documental hay que considerar que la Documentación que se maneja actualmente a nivel proyecto y en la Armada se origina como documento magnético. Este documento puede venir en cualquier formato o programa y su ciclo de vida es extremadamente corto comparado con la documentación en papel que circulaba hace 10 a 20 años. La rotación es tan alta que es necesario utilizar programas de computación específicos para su control durante su ciclo de vida. Involucra el control de su creación, revisión, aprobación, distribución, utilización, archivo, búsqueda y reutilización en un marco de alta seguridad desde el punto de vista del Control de la Configuración o control de cambios con el propósito de asegurar la gestión administrativa.



Informe al Estado de la Configuración.

Los informes al estado de la configuración comienzan con los primeros datos generados y contienen todos los cambios al canon y a las configuraciones Base. Lo anterior permite trazar los cambios desde la configuración de referencia.

Los registros de los informes y los informes del estado de la configuración son un subproducto de las actividades de Identificación y Control, donde se registra y entrega información a la administración y al proceso de administración de la configuración y sus actividades relacionadas. Comienza con la existencia del primer documento de configuración y continúa a través del Ciclo de Vida del producto, para nuestro caso un buque.

Auditoría a la Configuración.

Es la auditoría que debe efectuarse antes de aprobar una configuración de referencia de manera de asegurar que el producto cumpla con los requerimientos contractuales o especificados y que el producto esté registrado acuciosamente en sus documentos de configuración.

Normalmente hay dos tipos de Auditorías a la Configuración, a saber:

a) Auditoría de la Configuración Funcional: Es una inspección formal para verificar que un ítem de configuración haya alcanzado los resultados y las características funcionales

especificados en los documentos de configuración.

b) Auditoría de la Configuración Física: Es una inspección formal al producto físico para verificar que esté conforme con lo que indican los documentos de configuración.

También se realizan algunas veces una Auditoría de la Configuración para la aceptación formal de algún ítem de configuración.

Organización de la Administración de la Configuración.

Para tener una Administración de la Configuración eficiente es necesario tener una organización definida y efectiva para lograrlo.

Normalmente la organización que se ocupa es del tipo orientado a proyecto y adaptado a requerimiento, para suplir las necesidades en las diferentes etapas del Ciclo de Vida de un producto o buque. Define las relaciones existentes entre las actividades involucradas directamente con el proceso de la Administración de la Configuración. Incluye las funciones de la Administración

de la Configuración, interfases de orgánica, diseño, oficinas de adquisición y contrato, administración de datos, fabricación, aseguramiento de calidad y otras disciplinas relacionadas, incluyendo, si fuese necesario, a los subcontratistas y vendedores.

La estructura organizacional de la Administración de la Configuración asegura la coordinación de las actividades de la administración de la configuración con otras disciplinas y efectúa los nombramientos apropiados de los cargos y responsabilidades de todas las actividades de la administración de la configuración.

Dentro de la organización de un Proyecto de un Buque en su *Ciclo de Vida* se tiene un consejo para la configuración o una autoridad colegiada que aprueba la Configuración de Referencia y los cambios subsecuentes.

Para los proyectos pequeños las responsabilidades de la administración de la Configuración se delegan en los Jefes de Proyecto.

En otras palabras, es necesario contar con un Plan documentado de Administración de la Configuración al cual hacer referencia. Estos planes describen las actividades de la A.C. y fija los procedimientos y la programación. Los Planes son distintos para cada fase del proyecto. Uno para la fase de factibilidad o diseño conceptual, donde se visualiza el requerimiento de personal para las fases subsiguientes, otro para la fase preliminar, uno para la fase de detalle y finalmente para la fase de Operación y Mantenimiento.

Tipos de Administración de la Configuración.

Hay varios tipos de Administración de la Configuración, lo cual depende de las funciones administrativas que se realizan sobre una configuración particular. Es por ello que existe una diferencia entre la Administración de la Configuración de un buque desde el punto de vista de un Astillero con la del punto de vista de la Armada. (figura 7).

El objeto de la administración de la

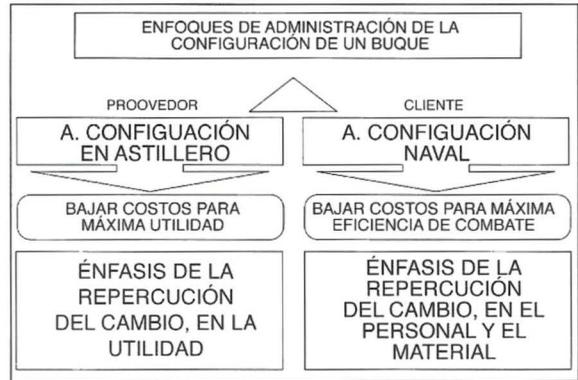


Fig. 7. Configuración naval y de astillero.

configuración es la reducción de los costos mediante la normalización del material de acuerdo a un canon establecido, y la realización del control de los cambios del canon y de los ítem de configuración para apoyar la toma de decisiones en el nivel superior. La Administración de la Configuración Naval (ACN) es un concepto que tiene un alcance tanto en el tiempo como en el espacio que involucra a varias organizaciones que a su vez están vinculadas entre sí vertical y horizontalmente con el objeto de participar en la configuración de un buque, durante su diseño conceptual, construcción, operación, mantenimiento y posterior retiro del servicio (El Ciclo de Vida).

Tiene como objeto reducir costos mediante la normalización del material de

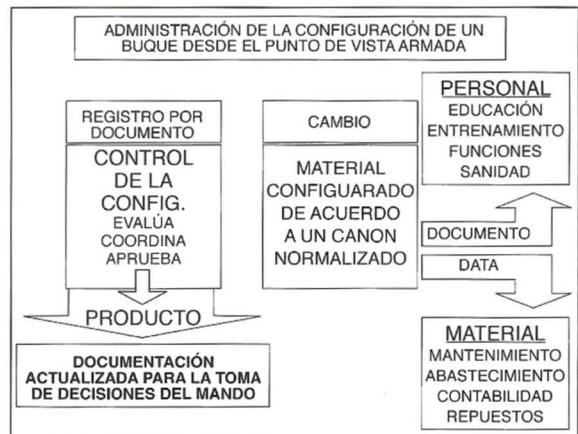


Fig. 8. Alcance de la Administración de la configuración naval.

acuerdo a un canon, que para un buque es el ESWBS (Extended Ship Work Breakdown Structure), y también el control de los cambios al canon y de los ítem de configuración en el tiempo para la toma de decisiones superiores. La figura 8 ilustra el alcance de la Administración de la Configuración Naval. Su fin es obtener la máxima eficiencia de combate de un buque al mínimo costo. La diferencia es substancial y de fondo con la Administración de Configuración de un buque en un astillero, el objeto de la cuál es maximizar las utilidades minimizando los costos de construcción del buque, manteniendo las especificaciones técnicas aceptadas por el astillero y la Armada. De aquí se desprende la gran importancia de la calidad de las especificaciones técnicas del producto. Los vacíos pueden ser ventajas potenciales para el Astillero (oportunidad de reducción de costos) como para la Armada (oportunidad de maximizar calidad u obtener algo a cambio). Sin embargo el primero tiene la experiencia y el sistema de control desarrollado, por lo que en general debería aprovechar los vacíos más eficientemente. La Administración de la Configuración de un astillero se relaciona con la construcción del buque y algunas veces con su diseño, de ahí la necesidad de un idioma común en el canon y los ítem de configuración. La administración de la configuración naval controla el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento del buque en su Ciclo de Vida, y para eso se requiere de un estructura organizacional especial para ello.

Ciclo de Vida.

En logística se denomina Ciclo de Vida de un Buque a las actividades desarrolladas desde la Génesis hasta el retiro del Servicio del buque. Las etapas principales de estas actividades, como indica la figura 4, son la Concepción, la Construcción y la Operación y Mantenimiento. La etapa de concepción se subdivide a su vez en las etapas de diseño conceptual, diseño preliminar, y diseño de detalle. Al final de la etapa conceptual se debe

tener la configuración base funcional o base para el diseño preliminar, al final de la etapa preliminar se tiene la configuración base física o base para el diseño de detalle y al final de la etapa de detalle la configuración base para la construcción del buque. En base a cada uno de estas configuraciones se lleva el control de cambios. Previo a que se apruebe alguna configuración se efectúa un Informe del Estado de la Configuración y una Auditoría, para verificar que lo físico corresponda a la documentación correspondiente y a su vez a los requerimientos establecidos. Finalmente, los cambios que ocurren a la configuración base de operación del buque alimentan las etapas previas de concepción y diseño para mejorar el producto final.

Ya sea desde un punto de vista funcional (Salgado Alba) o de un punto de vista sistémico (Benjamín Blanchard) la "logística soporte" del Ciclo de Vida de un buque, exige que una sola organización efectúe la administración del buque desde su gestación hasta su retiro del servicio. Esto aumenta considerablemente la gestión administrativa, la interrelación entre las personas y la creatividad de la organización. Además, la permanencia de las personas (que se logra con personal civil) permite la continuidad de los proyectos y es fundamental para una buena administración de la configuración y control a lo largo del Ciclo de Vida del Buque. Para la Armada significa alinear las direcciones técnicas, de manera que todo el material de un buque a través de su ciclo de vida, esté bajo una sola cabeza u organización.

Conclusión.

La Administración de la Configuración es una parte integral de la administración de la logística del material y juega un papel clave durante todo el *Ciclo de Vida* del buque donde lo único permanente es el cambio. Existen disciplinas y procesos administrativos diseñados para controlar y optimizar costos, cumplimiento de programaciones y colocación de recursos just in time. Estas herramientas administrativas trabajan muy bien

y han traído las inversiones en tecnología de información, a la vez que han aportado al mejoramiento de las eficiencias de las organizaciones. Sin embargo todos estos procesos y sistemas son inútiles si no se controla en forma efectiva el resultado final. Esto es lo que hace la Administración de la Configuración.

Nomenclatura.

Administración: Acción de administrar.

Administrar: Organizar, planificar, dirigir y controlar.

Término compuesto de dos palabras derivadas del latín, "ad" y "ministrare", que significan: "ad" = "hacia", en el sentido de movimiento, y "ministrare", que suele traducirse como "servir" ("ministro" = "servidor"). Etimológicamente hablando, se trata de una contracción del latín "manus trahere", o sea, "traer entre manos".

Administración de la Configuración: Actividades técnicas y organizacionales que comprenden Identificación de la Configuración, Control de la Configuración, Informe del Estado de la Configuración y Auditoría de la Configuración.(3)

Auditoría de la Configuración: Es la inspección que se realiza para verificar que el producto definido Administración de la Configuración efectiva en la realidad se ajusta a la configuración definida documentalmente.(3)

Canon: Un código Normalizado establecido para identificar los ítem componentes de una unidad configurada o en el proceso de configuración.

Configuración: Características Funcionales y Físicas de un producto definido por medio de documentos técnicos y que además concuerde con la realidad Física del producto.(3)

Concesión (waivers): Son cambios autorizados por el cliente por escrito para que el contratista entregue productos que no cumplen o cumplen parcialmente con las especificaciones técnicas originales.

Configuración de Referencia: Configuración base de un producto establecido formalmente, en un momento dado en el tiempo,

que sirve de referencia para actividades futuras.(3)

Consejo para la Configuración: Grupo de expertos administrativos y técnicos con autoridad y responsabilidad asignada para tomar decisiones sobre la configuración y su administración.(3)

Control de la Configuración: Actividades que comprenden el control de los cambios al ítem de configuración, establecido de acuerdo a sus documentos de configuración. El control incluye la evaluación, coordinación, aprobación o rechazo, e implementación de los cambios. Implementación de los cambios incluye los cambios de ingeniería y otros cambios (desviaciones y vaivenes) que tengan impacto en la configuración.(3)

Desviaciones (deviations): Son cambios autorizados por el cliente por escrito antes de la producción para que el contratista se aparte de la especificación técnica original.

Documentos de la Configuración: Documentos que definen los requerimientos, diseño, construcción/ producción, y verificación de un ítem de configuración. Los documentos pueden estar en cualquier formato de media (software).(3)

Identificación de la Configuración: Actividades que comprenden la determinación de la estructura del producto o Canon, selección de los ítem de configuración, documentación de las características Físicas y Funcionales de los ítem de configuración incluyendo las interfaces y los cambios subsecuentes, y los caracteres que identifican la localización para los ítem de configuración y sus documentos.(3)

Informe del Estado de la Configuración: Es el informe y registro formal de los documentos de la configuración establecido, el estado de los cambios requeridos y el estado de la implementación de los cambios aprobados.(3)

Interfase: Interacción funcional o física que se produce en el límite entre los ítem de la configuración.(3)

Item de Configuración: Agregado de Hardware, Software, materiales procesa-

dos, servicios o cualquiera de sus partes, que sea designado para la administración de la configuración y tratado como una entidad única en el proceso de la administración de la configuración.(3)

Plan de la Administración de la Configuración: Documentos que indica la organización y procedimientos para la Administración de la Configuración de un producto o proyecto específico.(3)

BIBLIOGRAFÍA

- Blanchard, B. S., Logistics Engineering and Management, 5th Ed., Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, N.J., 1998.
- BS-6488 Configuration Management.
- ISO 10007:1995 Guidelines for Configuration Management.
- MIL-HDBK-61, "Configuration Management", Department of Defense, Washington, D.C. (Latest Revision).
- MIL-STD-881, Work Break Down Structure.
- MIL-STD-973, Configuration Management, Information Handling Services, DODSTD Issue DW9904.
- Salgado Alba, Logística Aplicada.

* * *

