

**MARINA DE GUERRA DEL PERÚ
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA NAVAL**



Análisis para la implementación del Estándar S-100 (Modelo Universal de Datos Hidrográficos) en el proceso de producción cartográfica electrónica que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación

Trabajo de investigación para obtener la Segunda Especialidad Profesional en Hidrografía y Navegación

Presentado por:

A. de F. Lucien Emmanuel Gómez de la Torre Ballón

Lic. Carmen Francia Espinoza
Asesor metodológico

C. de F. (r) Julio Behr Laca
Asesor técnico- especialista

La Punta 2015

A mis queridos padres por brindarme su amor y apoyo incondicional
a lo largo de toda mi vida y a la Marina de Guerra del Perú,
institución que me forjó como hombre al servicio de mi país.

Agradecimientos

Agradezco a Dios que con su infinita bondad hizo posible la realización del presente trabajo de investigación, manteniéndome bien de salud y permitiendo que nada me falte.

A mis padres Manuel y Maritza y mis hermanas Jessica y Daniela, por ser fuente constante motivación y de ejemplo.

A la Dirección de Hidrografía y Navegación por permitirme descubrir el mundo hidrográfico mediante el programa de Segunda Especialidad Profesional, y por haberme acogido de tan buena manera entre sus filas.

Al Capitán de Fragata (r) Julio Behr Laca, que con su experiencia, conocimiento y consejos fue capaz de transmitirme las pautas y el enfoque necesario para el desarrollo del trabajo.

Finalmente y de manera general, agradezco a todas las personas que me brindaron información teórica sobre el tema de mi investigación, entre ellos al personal del Departamento de Cartografía de la dirección y a instituciones privadas como Caris, Jeppensen, Transas y SevenCs.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación de la investigación.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4. Metodología	5
1.5. Antecedentes	6
1.6. Definiciones conceptuales.....	7
1.7. Hipótesis de la investigación.....	9
1.7.1. <i>Hipótesis general</i>	9
1.7.2. <i>Hipótesis específicas</i>	9
CAPÍTULO II: ESTÁNDAR S-100 MODELO UNIVERSAL DE DATOS HIDROGRÁFICOS	10
2.1. Encapsulación del Estándar	11
2.2. Características del Estándar S-100.....	12
2.3. Estándar S-101: Especificaciones de la OHI para los nuevos productos de cartas náuticas electrónicas	12
CAPÍTULO III: PROCESO CARTOGRÁFICO	14
3.1. Estándar S-57 “Estándar de transferencia para datos digitales hidrográficos”	14
3.1.1. <i>Norma de empaquetamiento</i>	16
3.1.2. <i>Modelo de datos S-57</i>	16
3.1.3. <i>Estructura de datos S-57</i>	18
3.2. Proceso cartográfico realizado en la DHN	19
3.2.1 <i>Compilación cartográfica digital</i>	20
3.2.2 <i>Proceso cartográfico digital</i>	21
3.2.3 <i>Elaboración de carta electrónica</i>	21
3.2.4 <i>Reemplazo del S-57 por un nuevo estándar</i>	22
CAPÍTULO IV: MIGRACIÓN AL ESTÁNDAR S-100	25
4.1. Implementación de softwares relacionados al Estándar S-100.....	26
4.2. Implementación de sistemas ECDIS para fines de presentación del Estándar S-100	30
4.3. Capacitación de personal acerca del Estándar S-100.....	32
CONCLUSIONES	34
ANEXOS	

I. Lista de anexos	38
II. Lista de tablas	39
III. Lista de figuras	40
IV. Lista de acrónimos	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación gira en torno al análisis de la implementación del Estándar S- 100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos, el cual consiste en la nueva norma publicada por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) para la elaboración de cartas náuticas electrónicas, contribuyendo con la línea de investigación en Recursos Institucionales debido a que está relacionada a la identificación, análisis y evaluación de los elementos humanos y materiales involucrados en la implementación del nuevo estándar.

La idea central de la investigación pretende explicar los requerimientos que la Dirección de Hidrografía y Navegación debe adoptar, mejorar o modificar para la implementación del Estándar S-100.

En el primer capítulo de la investigación se desarrolla el Marco Teórico de la investigación, en el cual se plantean el problema, la justificación y los objetivos. Luego en el capítulo II se detalla el actual proceso cartográfico llevado por la Dirección, en el cual se utiliza el Estándar S-57. Posteriormente en el capítulo III se describen las características y particularidades del nuevo Estándar S-100, así como los motivos que llevaron a la OHI a su desarrollo. En el capítulo IV se demuestran los aspectos técnicos y operacionales considerados en la implementación del estándar, teniendo como modelo el único software disponible en el mercado con esas características. Finalmente se establecen las conclusiones.

En cuanto a las fortalezas de la investigación se puede indicar el apoyo recibido por parte del personal que labora en el Departamento de Cartografía de la dirección, así como la información entregada por las empresas fabricantes y distribuidoras relacionadas al proceso cartográfico y a las cartas electrónicas.

La debilidad que se puede señalar es la falta de tiempo disponible para realizar la investigación, por tratarse de un año académico con alta exigencia.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día se vienen desarrollando los lineamientos y características del Estándar S-100 elaborado por la OHI y una vez estos estén culminados, se implementará la normativa en los nuevos software, los que posterior a ser debidamente revisados, serán colocados en el mercado siendo las agencias hidrográficas relacionadas a la elaboración de cartas náuticas electrónicas, incluida la Dirección de Hidrografía y Navegación, las principales usuarias de los beneficios que esta norma brindará.

Implementar gradualmente los futuros softwares que sean elaborados teniendo en consideración la norma S-100 representará una serie cambios que deben ser tomados en cuenta por los distintos servicios hidrográficos del mundo a fin que se tomen provisiones para disminuir el impacto que pueda generar la migración a nuevos softwares con estándares distintos a los usados actualmente.

Es por lo anteriormente expuesto que el presente trabajo de investigación tiene como formulación del problema de investigación: ¿De qué manera el análisis de la implementación del “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” permite determinar los cambios técnicos y operativos que se requieren realizar en el proceso cartográfico electrónico que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación?

1.2 Justificación de la investigación

La implementación de la norma S-100 de la OHI como “Modelo Universal de Datos Hidrográficos”, supone que los fabricantes de software deberán incluir estas

nuevas capacidades a sus productos, tanto en sistemas de información y visualización de la carta electrónica (Electronic Chart Display Information System- ECDIS), como software de producción de Cartas Náuticas Electrónicas (Electronic Nautical Charts- ENC's) que además generarán nuevos recursos y modificaciones a los presupuestos de los servicios hidrográficos, tanto en adquisición de nuevos softwares, mejoras de capacidades de hardware requeridas, capacitación de personal, entre otros cambios que serán presentados en la investigación.

La importancia de este trabajo de investigación para la Dirección de Hidrografía y Navegación es que permitirá analizar los cambios que deberán incluirse en el proceso cartográfico para, en un futuro, poder implementar la normativa S-100 puesto a que la institución encuentra inmersa en este cambio en la búsqueda de los beneficios que este estándar propone con el fin de contribuir a una navegación segura y al cumplimiento de lo recomendado por la Organización Hidrográfica Internacional.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar a partir del análisis de la implementación del “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” los cambios técnicos y operativos que se requieren realizar en el proceso cartográfico electrónico que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación.

1.3.2 Objetivos Específicos:

a. Analizar si las características de los softwares de producción relacionados al “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” tienen vinculación con

la transferencia de datos hidrográficos que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación.

b. Establecer si las características de los sistemas ECDIS que emplea la Dirección de Hidrografía y Navegación cuentan con la capacidad de soportar el “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” para permitir una correcta visualización de la carta náutica electrónica.

c. Determinar si el nivel de capacitación del personal tiene implicancia favorable en la elaboración final de la carta náutica electrónica.

1.4 Metodología

El presente trabajo es una investigación básica de tipo explicativa debido a que se realiza un análisis de las condiciones que la Dirección de Hidrografía y Navegación debe adecuar para la implementación del S-100.

Los datos para confrontar las hipótesis se han obtenido mediante el análisis de información escrita de documentos como la Normativa S-100 de la OHI, informes de recomendaciones, artículos de revistas hidrográficas, informes elaborados por especialistas cartógrafos de la OHI, así como el seguimiento de información oral sistematizada a empresas creadoras del S-100.

1.5 Antecedentes

a. Título del trabajo:

Hoja de recomendación N02-2005

Autor(es):

C. de F. (R) Julio Behr Laca – Asesor de la Dirección de Hidrografía y Navegación

Resumen:

En este documento se recomienda poner en conocimiento al Departamento de Cartografía, los alcances de la nueva versión 4.0 de la S-57. Dicha versión es la denominada S-100 por la OHI del al Jefe de la Oficina de Relaciones Inter Institucionales.

b. Título del trabajo:

S-100: The New IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data

Autor(es):

Lee Alexander (CCOM-JHC, Universidad de New Hampshire), Barrie Greenslade (Oficina Hidrográfica del Reino Unido), Anthony Pharaoh y Robert Ward (Bureau Hidrográfico Internacional).

Resumen:

El informe explica lo planeado en el desarrollo del S-100. En particular, provee una descripción de como el estándar estará alineado con estándares geoespaciales que se encuentran bajo desarrollo por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y sus beneficios.

c. Título del trabajo:

Normativa S-100: Primer Taller de la Comisión Regional Hidrográfica del Pacifico Sudeste.

Autor(es):

C. de F. (R) Julio Behr Laca – Asesor de la Dirección de Hidrografía y Navegación

Resumen:

Artículo publicado en la revista Bitácora Hidrográfica N°13. Se explica lo expuesto por miembros de la OHI con referencia a la norma S-100 en el Primer Taller de la Comisión Regional Hidrográfica del Pacifico Sudeste (CRHPSE) realizada en Guayaquil, Ecuador en noviembre del 2103.

1.6 Definiciones Conceptuales

- Carta Náutica Electrónica: “la carta electrónica consisten en datos digitalizados conforme con las Especificaciones de producto ENC S-57 de la OHI que recoge todos los elementos relevantes de la cartografía. La unidad básica de cobertura geográfica se denomina célula” (Otarola, 2011, p.11)
- Catálogo de Objetos S-57: Publicación anexa al Estándar S-57 que recopila los distintos objetos del mundo real (conformados por áreas, puntos o líneas) que pueden ser representados en la carta náutica electrónica.
- Catálogo de Atributos S-57: Publicación anexa al Estándar S-57 que recopila las características y particularidades de los objetos representados en la carta náutica electrónica.
- ECDIS: Sistema de visualización e informacion de la carta electrónica (Electronic Charts Display and Information System por sus siglas en ingles). “Es todo equipo para la navegación usado a bordo de embarcaciones oceánicas capaz de mostrar cartografía oficial electrónica” (Hecht, Berking, Jonas y Alexander, 2011, p.34).
- Estándar S-57 OHI: Norma relacionada a la a la transferencia de datos digitales hidrográficos, principalmente para la elaboración de la carta náuticas electrónica. La primera edición de este estándar fue publicada en el año 1992, encontrándose vigente la Edición 3.1.
- Estándar S-100 OHI: Norma relacionada a la transferencia digital de datos hidrográficos de manera general. La primera edición fue elaborada en el año 2010, encontrándose la versión 2.0 actualmente en desarrollo y en espera de su implementación.
- Estándar S-101 OHI: estándar específico para la elaboración de cartas náuticas electrónicas que pertenece a la familia del Estándar S-100.

- Hardware: maquina con propósito general, consiste en circuitos digitales que aceptan entrada de información, almacenamiento, operación y salida de información como números, texto, gráficos, voz, videos o señales electrónicas
- Plan Cartográfico Nacional: Es un documento que contiene las cartas náuticas que ha de efectuar la Dirección de Hidrografía y Navegación. Su finalidad es la de brindar al navegante la totalidad de las cartas náuticas del litoral peruano, lago Titicaca y de la Amazonia. Detalla las cartas, los formatos y escalas convenientes usados en las cartas y proveer las necesidades futuras.
- Proceso cartográfico: Proceso mediante el cual se obtiene una carta náutica. En la Dirección de Hidrografía y Navegación, este proceso consta de tres partes: Compilación cartográfica, Procesamiento cartográfico y Separación de colores e impresión y en él se encuentran involucrados los diferentes departamentos que componen la Dirección.
- Software: Instrucciones y códigos cuidadosamente organizados elaborados por programadores en diferentes lenguajes de computadoras. Maneja tareas comunes y especializadas que un usuario desea realizar.
- WECDIS: Sistema de visualización e información de la carta electrónica de buques de guerra (The Warship Electronic Chart Display and Information System por sus siglas en ingles). El uso de este sistema reduce significativamente la sobrecarga del navegador y aumenta la situación de vigilancia de la tripulación.. Trabaja como un visualizador inteligente que permite un acceso rápido a tareas que son realizadas durante operaciones navales.

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1 Hipótesis General

La implementación del “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” requeriría realizar cambios técnicos y operativos en el proceso cartográfico electrónico que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación.

1.7.2 Hipótesis Específicas

a. Las características de los software de producción relacionados al “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” tendrían vinculación con la transferencia de datos hidrográficos que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación.

b. Las características de los sistemas ECDIS que emplea la Dirección de Hidrografía y Navegación contarían con la capacidad de soportar el “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” permitiendo una correcta visualización de la carta náutica electrónica.

c. El nivel de capacitación del personal tendría implicancia favorable en la elaboración final de la carta náutica electrónica.

CAPÍTULO II. ESTÁNDAR S-100 MODELO UNIVERSAL DE DATOS HIDROGRÁFICOS

El análisis del nuevo estándar permite identificar los objetivos y metas con el que fue diseñado, Robert Ward et al. (2009) consideran que “el objetivo del S-100 es ser capaz de soportar una variedad de recursos hidrográficos digitales, productos y usuarios. Esto incluye data en imágenes, data en 3D con variación de tiempo, y aplicaciones que van más allá de la hidrografía tradicional” (p. 45,46).

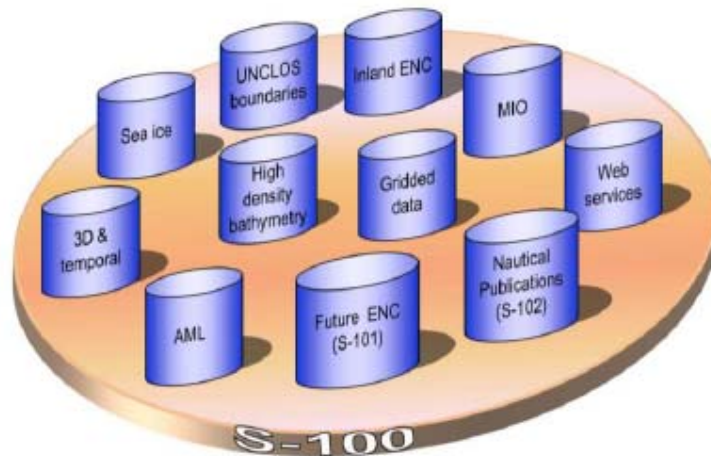


Figura 1: Especificaciones de productos basados en el Estándar S-100 (Ward, Alexander & Greenslade, 2009, p. 46)

2.1 Encapsulación del Estándar

El S-100 se encuentra incluido en el estándar internacional ISO 19100 para estándares de información geográfica, el cual fue desarrollado por el Comité Técnico Nro. 211 (TC/211) de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en 1994. Lovrinčević y Kljajić (2014) sostienen que el estándar define: “Métodos, herramientas y servicios para el desarrollo, administración, procesamiento, análisis,

accesibilidad e información presentada para todos los tipos de información espacial” (p. 57).

El uso de componentes y terminología de ISO asegurará que el estándar S-100 y sus futuras extensiones se encuentren en la corriente principal de la industria de la información geoespacial. Esto ayudará a mejorar el uso y por lo tanto abaratará los costos de la implementación del estándar para aplicaciones hidrográficas y para otros tipos de aplicaciones geoespaciales. De esta manera, la información hidrográfica compatible estará disponible para muchos más que solo oficinas hidrográficas y usuarios de equipos ECDIS.

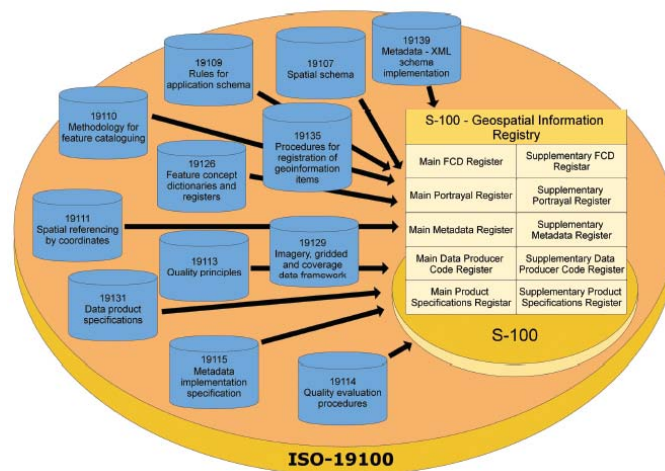


Figura 2: Alcances del ISO-19100 (Lovrinevic y Kljajic, 2014, p. 58).

2.2 Características del Estándar S-100

Existen diferentes tipos de Caracteres dependiendo de sus usos, entre los que se señalan:

- a. Geográficos: Son aquellos que describen el mundo real
- b. Cartográficos: son aquellos que presentan información acerca de representaciones cartográficas de entidades del mundo real

- c. Meta: son aquellos que enmarcan el lugar donde información meta es utilizada.
- d. Temáticos: se utilizan para conglomerar objetos dependiendo de su temática

Por otro lado, los atributos de caracteres que se aprecian, pueden clasificarse en:

- a. Simple: describen la instancia del tipo de objeto actual
- b. Complejo: contienen su propio simple o complejo sub-atributo

El registro es una colección de tablas en una base de datos, conteniendo identificadores asignados a objetos con descripciones y objetos relacionados. Las descripciones deben tener varios tipos de información como nombres, conceptos o etiquetas. Para el caso del S-100, la OHI ha desarrollado un registro en internet que permite al sistema acceder y mantener una variedad de registros secundarios. El Registro de Información Geoespacial contiene los siguientes registros secundarios:

- a. Diccionario de conceptos de características- FCD
- b. Registro de retrato
- c. Registro de metadata

2.3 Estándar S-101: Especificaciones de la OHI para los nuevos productos de cartas náuticas electrónicas

El Estándar S-101 son las especificaciones para los nuevos productos de cartas náuticas electrónicas (ENCs) basados en el marco teórico del Estándar S-100 de la Organización Hidrográfica Internacional. El desarrollo del S-101 está siendo coordinado por el Grupo de Trabajo de Mantenimiento de Transferencia de Estándar y Desarrollo de Aplicaciones de la OHI (TSMAD). En un futuro, las cartas náuticas

electrónicas elaboradas con el S-101 reemplazaran al S-57 como cartas oficiales para ECDIS.

El desarrollo del S-101 refleja la experiencia de la retroalimentación de los usuarios en general relacionados a la cartografía náutica, con respecto a las actuales limitaciones de las cartas elaboradas con el S-57.

El objetivo final es que la cartografía náutica electrónica elaborada con el S-101 provea la capa básica de la carta integrada con productos S-100 apuntando hacia la navegación electrónica (e-navigation). Su potencial total se determinará cuando otros tipos de productos usados dentro del dominio marítimo, como ayudas a la navegación, servicios de tráfico de embarcaciones, oceanografía y meteorología, entre otros, adopten los conceptos y desarrollen capacidades y servicios interoperativos integrados también con el marco del S-100.

CAPÍTULO III. PROCESO CARTOGRÁFICO

3.1 Estándar S-57: Estándar de Transferencia para Datos Digitales Hidrográficos

La publicación Numero 57 (IHO - S 57) conocida como “Estándar de Transferencia para Datos Digitales Hidrográficos” fue elaborada por la Organización Hidrográfica Internacional y sirve para “describir el estándar a ser usado para intercambiar la información digital hidrográfica entre oficinas hidrográficas nacionales y para su distribución a fabricantes, navegantes en general y otros usuarios de datos”. (OHI, 2000, p.247).

Fue preparada por el Comité de Requerimientos Hidrográficos para Sistemas de Información (CHRIS por sus siglas en ingles) y adoptado oficialmente como estándar de la Organización Hidrográfica Internacional en el año 1992.

Este estándar es usado para la elaboración de las cartas náuticas electrónicas, como lo describe la Publicación S-66 de la OHI (2010) “Una ENC es una carta vectorial publicada por un Gobierno o bajo su autoridad, que cumple con la Especificación de Producto ENC de la OHI que es parte del estándar de transferencia denominado S-57. Cualquier otra carta vectorial no es oficial y por tanto no cumple con el requisito de llevar cartas según SOLAS (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar)”. (p. 10).

Desde su creación hasta el día de hoy se han efectuado modificaciones y variaciones a la publicación original como se puede apreciar en la *Figura 3*.

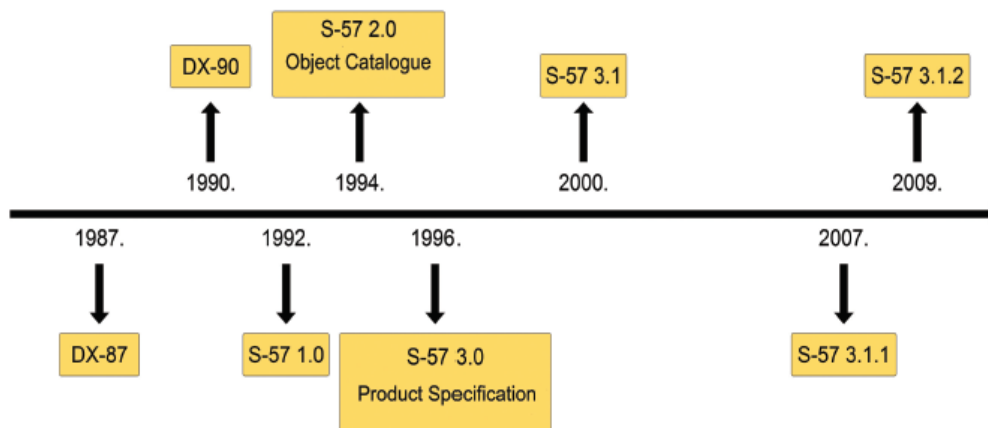


Figura 3: Evolución del Estándar S-57 (Lovrinčević y Kljajić, 2014, p. 55).

La versión más reciente del estándar S-57 es la versión 3.1. con sus posteriores enmiendas, la cual se elaboró durante el periodo aplicación de la versión 3.0 por parte de las Oficinas Hidrográficas, donde se notó un número de atributos que debían ser introducidas en el Catálogo de Objetos por lo que se decidió que después de un periodo de cuatro años se elaboraría una nueva versión.

Esta versión 3.1 incluye treinta y ocho nuevos atributos en el catálogo de atributos y fue publicado en noviembre del año 2000, siendo congelada por dos años. La OHI tuvo dos revisiones realizadas en cooperación con fabricantes. La primera fue presentada en Enero del 2007 (S.57 3.1.1.) y la segunda en Junio de 2009 (S-57 3.1.2.) (Lovrinčević y Kljajić, 2014).

Los objetivos con que fue ideada esta norma fueron dos:

- a. Intercambio de cartas de papel digitales de Oficinas Hidrográficas a Sistemas de Navegación a bordo de embarcaciones.
- b. Intercambio de cartas electrónicas de Oficinas Hidrográficas a Sistemas de Navegación a bordo de embarcaciones.

Sin embargo, el primer propósito nunca se produjo, y esto debido mayormente a que “las cartas de papel son productos gráficos y un estándar geoespacial enfocado en codificar las características del mundo real como el S-57 no es adecuado para este propósito [...] el segundo progresó hasta nuestros días” (Astle y Schwarzberg, 2012).

3.1.1 Norma de Empaquetamiento

La S 57 utiliza la norma internacional ISO/IEC 8211 “Especificación para un archivo de datos descriptivo para intercambio de información” (“Specification for a data descriptive file for information interchange”) como medio para empaquetar los datos. El estándar ISO/IEC 8211 proporciona un mecanismo basado en diferentes archivos para la transferencia de datos desde una PC a otra independientemente de su marca. Además, es independiente del medio.

3.1.2 Modelo de datos S-57

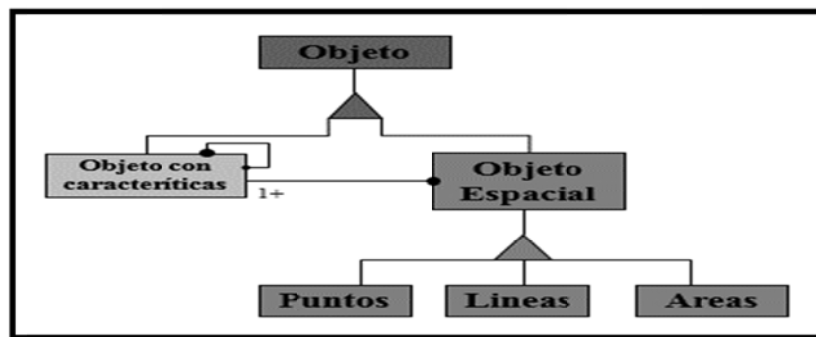


Figura 4: Diagrama del modelo de datos propuesto en el S-57 (elaboración propia).

La información del estándar S-57 está almacenada en Objetos. “Un objeto en S-57 es una representación de una entidad del mundo real como una boya, un muelle o una

línea de costa. Los objetos pueden describir información sobre otros objetos o representar una colección de objetos que comparten relación” (Pais, 1998, p. 38).

Los Objetos con características contienen información descriptiva (definidas como atributos) y posee un código único de seis caracteres. Existen cuatro tipos de objetos con características:

- a. Geo: contiene características descriptivas de entidades del mundo real (contiene a la mayoría de objetos, 150)
- b. Meta: contiene información de otros objetos (contiene 13 objetos)
- c. Colección: describe la relación entre otros objetos (contiene 3 objetos)
- d. Cartográfica: contiene información sobre representaciones cartográficas de entidades del mundo real. (contiene 5 objetos)

Los atributos de los objetos (características) se dividen en tres categorías: Grupo A (características individuales), Grupo B (información relevante para el uso de los datos) y Grupo C (información administrativa). Los acrónimos de los atributos también poseen un código de seis caracteres.

Los objetos con características y los atributos que cada uno puede contener se encuentran especificados en el Catalogo de Objetos de la OHI (Apéndice A del estándar S-57).

Object Classes		1.141
GEO OBJECT CLASSES		
Object Class: Restricted area		
Acronym: RESARE		Code: 112
Set Attribute_A:	CATREA; DATEND; DATSTA; NOBJNM; OBJNAM; PEREND; PERSTA; RESTRN; STATUS;	
Set Attribute_B:	INFORM; NINFOM; NTXTDS; SCAMAX; SCAMIN; TXTDSC;	
Set Attribute_C:	RECDAT; RECIND; SORDAT; SORIND;	
<u>Definition:</u>		
A specified area designated by an appropriate authority within which navigation is restricted in accordance with certain specified conditions. (adapted from IHO Dictionary, S-32, 5th Edition, 4366)		

Figura 5: *Ejemplo del Catálogo de Objetos con formato S-57 (OHI, 2000, Apéndice A).*

Los Objetos Espaciales contienen información de la posición del objeto como latitud, longitud, profundidad, entre otros.

3.1.3 Estructura de Datos S-57

El Modelo de Datos es traducido en una Estructura de Datos, el cual consiste en records y zonas, existiendo reglas y contrastes entre éstos y su también en su contenido. Finalmente la estructura será encapsulada en un estándar de transferencia físico.

Tabla 1.
Comparación entre Modelos de Datos y Estructura de Datos S-57

Modelo	Estructura
Objeto con características	Registro con características
Objeto especial	Registro especial
Atributo	Campo con características espaciales

Usualmente un Grupo de Intercambio o exchange set consiste en uno o más Archivos (files), los que a su vez consisten en uno o más Registros (records). Estos están compuestos por uno o más Campos (fields), siendo estos últimos conjuntos de sub campos.

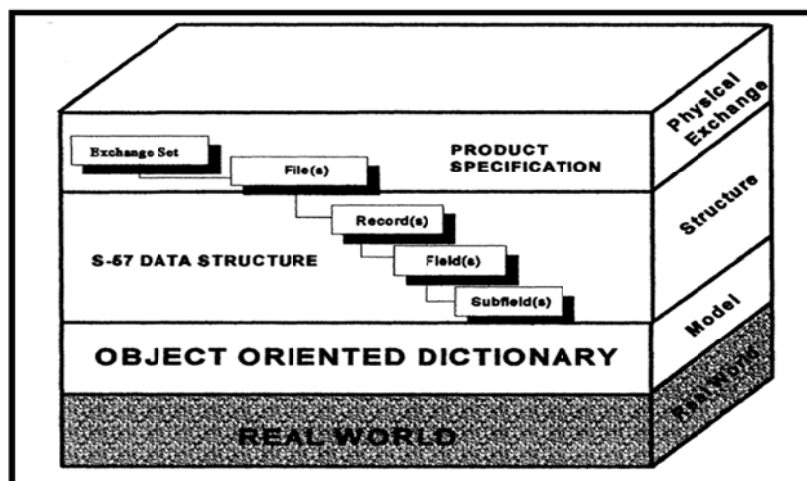


Figura 6: Estructura de Datos del Estándar S-57 (Pais, 1998, p. 43).

3.2 Proceso cartográfico realizado en la DHN

El proceso cartográfico realizado en la Dirección de Hidrografía y Navegación tiene como producto final la carta náutica oficial avalada por el Estado Peruano, en sus formas analógica y digital, las cuales corresponden a la representación gráfica de una porción de la superficie del mar y costa adyacente dibujada en papel plano, a escala, de forma semejante, orientada y exacta.

Este proceso se ha modificado desde hace dos décadas a la par de los avances tecnológicos y a las nuevas herramientas digitales con las que ha contado la Dirección. La automatización del proceso cartográfico hizo posible el cambio de la cartografía manual convencional a la cartográfica digital automatizada, para lo cual fue necesario la modificación y adaptación de todo el proceso cartográfico.

Actualmente, la Dirección de Hidrografía y Navegación emplea los manuales Normas Técnicas Hidrográficas Nro. 16- Manual de procedimientos técnicos para la producción de la carta náutica, HIDRONAV 5145 (derivada de la publicación S-4,

Reglamento de la OHI para la elaboración de Cartas Internacionales); y Normas Técnicas Hidrografías Nro. 17- Manual de procedimientos técnicos para la producción de la carta náutica electrónica, HIDRONAV 5146 (derivada de la publicación S-57, Estándar de Transferencia para Datos Digitales Hidrográficos de la OHI) para normar los procedimientos y procesos cartográficos, tanto para la carta de papel como la electrónica.

El proceso se encuentra dividido en tres fases que a continuación se detallan.

3.2.1 Compilación cartográfica digital.

DHN (2011) señala que la compilación cartográfica es: “El proceso por el cual se reúne toda aquella información actualizada relativa a la carta (recolección de la data) recopilada de los diferentes departamentos y oficinas que conforman la Dirección para confeccionar el mapa base” (p.18).

Los procedimientos que se desarrollan son:

- a. Autorización, apertura del Historial de la Carta Náutica.
- b. Análisis de los datos: batimetrías, topografías, y de otras fuentes.
- c. Construcción de proyección y bordes geográficos.
- d. Selección de sondajes, trazado de curvas de profundidad, toponimias, etc.
- e. Control de calidad, aprobación de la Hoja de Compilación Cartográfica.

Los softwares empleados durante esta fase son: Autocad Map, y Caris HPD en el módulo Source Editor y la base de datos centralizada ORACLE –ORACLE Spatial.

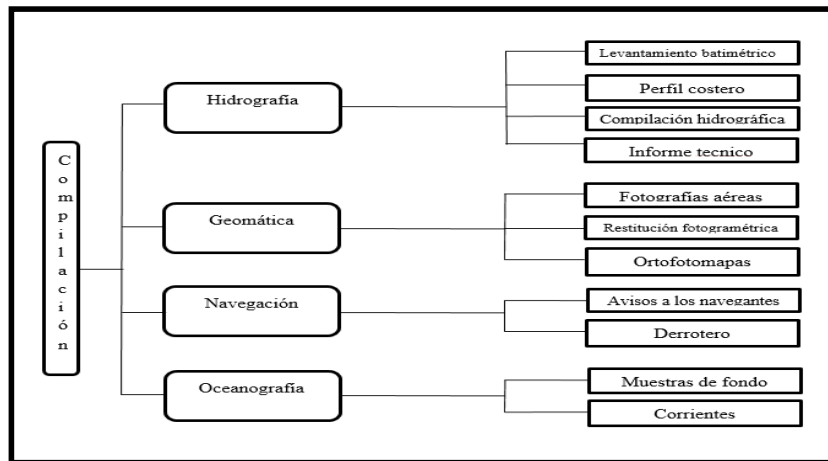


Figura 7: Departamentos involucrados en la fase de compilación

3.2.2 Proceso cartográfico digital

Durante esta fase se producen los siguientes aspectos:

- a. Información marginal, según hoja modelo.
- b. Simbolización según Carta N°1 (Símbolos y Abreviaturas Náuticas).
- c. Suavizado de isobatas y curvas de nivel.
- d. Construcción de Topología (polígonos).
- e. Control de calidad, aprobación de la Hoja de Proceso Cartográfico.

Los softwares que se usan en el desarrollo del proceso cartográfico son: Caris HPD en el módulo Paper Chart.

3.2.3 Elaboración de carta electrónica

DHN (2008) indica que: “Para la elaboración de una carta de navegación electrónica contenida en el Plan Cartográfico Nacional debe [...] y se debe contar con el archivo digital Base de la celda a procesar, la fuente base es un archivo digital

compilado como parte del proceso de producción de la carta náutica de papel” (p.147).

En esta parte del proceso cartográfico se efectúan:

- a. Importación del archivo digital de la carta de papel al editor de cartas electrónicas CARIS HPD ENC.
- b. Filtrado de información, eliminación de la información no necesaria como membrete, escudo, grillado, etc.
- c. Codificación de objetos y atributos según el Catálogo S-57.
- d. Confección del archivo Catalogo que contiene información sobre el nombre de la celda (área geográfica que contiene los datos CNE).
- e. Creación del archivo de datos denominado S-57 (con extensión .000).
- f. Control de Calidad con software DKart Inspector.
- g. Validación de la ENC por Agencia Internacional IC-ENC.
- h. Encriptación de las ENC validadas por el IC-ENC.

3.2.4 Reemplazo del S-57 por un nuevo estándar

Durante los años que el estándar S-57 ha estado vigente, muchas personas concluyeron erróneamente que el mencionado estándar y las Especificaciones de Producto de Carta Electrónica eran lo mismo; cuando realmente las Especificaciones están basadas en el S-57.

Con motivo de romper la malinterpretada conexión antes mencionada, el Comité de Requerimientos Hidrográficos para Sistemas de Información (CHRIS) consideró, en primer lugar, su revisión mayor en noviembre del año 2000. El trabajo subsecuente dio como resultado el desarrollo e introducción del estándar S-100, el cual incluye tanto contenido adicional como un nuevo formato de intercambio de

información. Es así como la OHI reemplazó el nombre del planeado estándar S-57 4.0 por S-100.

Entre las limitaciones que ha presentado el estándar S-57 desde su establecimiento se tienen:

a. La S-57 ha sido utilizada casi exclusivamente para la elaboración de Cartas de Navegación Electrónica y su respectiva importación al Sistema de Navegación ECDIS.

b. La S-57 no es un estándar contemporáneo aceptado en toda su extensión dentro del dominio GIS.

c. Tiene un régimen de mantenimiento inflexible. La congelación de normas por largos periodos de tiempo es contraproducente.

d. La estructura actual del S-57 no permite ciertos requerimientos como por ejemplo información de variación de tiempo en data batimétrica.

e. La S-57 posee un modelo de encapsulación de datos que restringe la flexibilidad y capacidad de usar una amplia gama de mecanismos de transferencia.

f. Es considerado como un estándar limitado enfocado sólo para producción de Sets de Intercambio de Data (directorio de Cartas náuticas electrónicas).

g. No utiliza la serie de los estándares ISO 19000 para datos geo-espaciales.

h. Un gran número de términos y definiciones usadas en el estándar S-57 3.1 han sido cambiados para poder ser alineados con los términos del estándar ISO TC 2111. La diferencia más grande entre ambos estándares es la introducción del Registro.

Existen diferencias de la terminología utilizada en ambos estándares, entre los que tenemos:

Tabla 2.
Diferencia de nomenclatura conceptual entre S-100 y S-57

Estándar S-100	Estándar S-57
Registro y Registrado	-
Carácter	Objeto
Atributo de carácter	Atributo
Valores enumerados	Atribuyo enumerados
Diccionario de conceptos de características	Catálogo de Objetos
Punto	Nodo
Curva	Línea
Superficie	Área

El desarrollo del presente trabajo de investigación se centrara en el análisis de la implementación de la nueva norma en la etapa de la elaboración de la carta electrónica, en la cual, como se ha mostrado, se realiza la codificación de los objetos y atributos según el Estándar S.57.

CAPITULO IV. MIGRACIÓN AL ESTÁNDAR S-100

Los capítulos anteriores han servido para determinar los procedimientos actuales usados en la DHN para la producción de cartas náuticas electrónicas, los cuales se encuentran incluidos en el Estándar S-57. Asimismo se hizo un análisis de nuevo Estándar-100 el cual significará un adelanto en la inclusión de una mayor gama de datos batimétricos como ya se ha explicado. El presente capítulo presenta un análisis de la información disponible que permitirá determinar cómo se podrá implementar y actualizar el proceso uniendo los conceptos antes descritos. Robert Ward et al. (2009) afirman:

“El desarrollo del S-101 tomará números años [...], como consecuencia del extenso proceso de desarrollo, el estándar convivirá con las especificaciones de productos del existente S-57 Edición 3.1 por algún tiempo. Se prevee que cualquier software de equipo ECDIS que sea actualizado o reconfigurado para usar cartas del S-101 podrán continuar usando las cartas electrónicas del S-57 Edición 3.1, hasta el momento en que las cartas S-57 dejen de ser producidas”.

Durante la realización de la presente investigación, fue necesario el contacto con empresas y personas técnicas especializadas en el uso y desarrollo de la tecnología que soporta la utilización y elaboración de cartas electrónicas.

La información intercambiada presenta una fuente importante para el soporte científico de este proyecto de investigación, por lo que se decidió contar con las opiniones de las principales empresas relacionadas al medio entre las que se tienen SevenCs GmbH, Jeppesen Norway AS, Caris, Furuno, Transas, la Oficina Hidrográfica del Reino Unido, entre otras.

La implementación de Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos en la Dirección de Hidrografía y Navegación será un proceso complicado que requerirá la adecuación del actual proceso cartográfico (proceso que se ha presentado en el capítulo anterior).

4.1. Implementación de softwares relacionados al Estándar S-100

Si bien el Estándar S-101 (S-100 específico para cartas electrónicas) aún se encuentra en proceso de elaboración (solo se han producido documentos en forma de “borradores”-draft según lo muestra la página web oficial de la OHI), el proceso de migración se llevará a cabo mediante softwares de modo híbrido (que incorpore el marco conceptual S-100 al S-57) de modo que sirvan como herramientas para las oficinas hidrográficas y demás productores de cartografía electrónica para conocer los cambios y modificaciones de manera práctica para la elaboración de estos productos.

En el mercado internacional y nacional de softwares para la producción cartográfica, actualmente solo se cuenta con un producto que cumple estas características y es el S-57 Composer versión 3.0 de la empresa canadiense Caris, por lo que el análisis de la implementación del S-100 será en concordancia con este software por tratarse del primero y único que actualmente aplica la normativa.

El uso de este software permitiría la creación de múltiples tipos de cartas electrónicas de manera sencilla mediante la combinación de modernas herramientas GIS. El programa soporta las más recientes cartas de navegación electrónicas (ENC), capas militares adicionales (AML) y cartas de aguas interiores (IENC, Inlands). Sin embargo, el factor más importante de este software es su capacidad de transmisión desde la base de especificaciones S-57 al nuevo estándar S-100 de la OHI para data

hidrográfica se encuentra en desarrollo. Caris, como comprometido miembro del grupo de trabajo de la OHI formado para el desarrollo del nuevo estándar, ha expandido el alcance del S-57 Composer para permitirle la creación de productos S-100.

Usando los mismos flujos de trabajo de creación de productos S-57 y de Productos de Formato Vectorial (VPF), con este software se puede ganar familiaridad con los nuevos, complejos y múltiples tipos de atributos y trabajar con tipos de información asignados al marco S-100 para características y trabajos con el registro expandido de las especificaciones del producto S-100.

El Departamento de Cartografía de la Dirección de Hidrografía y Navegación actualmente elabora cartas electrónicas comerciales con el uso de dos software: Caris HDP mediante el uso del módulo Product Editor del cual posee cuatro licencias y dos licencias de Caris S-57 Composer versión 2.2. para la elaboración de cartas electrónicas operacionales.

Es necesario mencionar que la evolución natural en softwares recomendada por la empresa Caris es que del S-57 Composer se pueda acceder al Caris HPD para lograr a una mejor administración y mantenimiento de la información manejada por los distintos departamentos integrantes de la organización. Esta evolución se encuentra relacionada a la implementación de una base de datos la cual está incorporada en el Caris HDP, proceso que ya fue elaborado por la Dirección.

De esta manera se puede determinar que el empleo e implementación del Caris S-57 Composer versión 3.0 se utilizaría como una herramienta adicional a la producción principal de cartas electrónicas, no pudiendo convertirse en un sustituto de la base de datos, la cual ya está operativa con el Caris HDP, debido a que significaría un retroceso en la producción de las cartas electrónicas.

Mediante el intercambio de información realizado en la presente investigación, se tuvo conocimiento que dentro del planeamiento de la empresa Caris se encontraría el futuro desarrollo parches para la actualización de los softwares que trabajen con bases de datos tal y como hace el Caris HPD.

Al comparar los requerimientos operativos para el uso este software con las capacidades actuales de los equipos con los que cuenta la División de carta electrónica del Departamento de Cartografía tenemos:

Tabla 3.

Requerimientos y Capacidades de la Div. Carta Electrónica para el empleo del Caris S-57 Composer 3.0

Características	Requisitos Caris S-57 Composer 3.0	Capacidades División de Carta Electrónica
Procesador	Intel Pentium 4- 2 GHz o procesador más veloz	Intel Core i3-3220- procesador 3.4 GHz
Disco Duro	1 GB de espacio disponible en el disco duro	1 TB aproximadamente
Tarjeta Grafica	8 MB de tarjeta de video con capacidad de 16 bit. (monitores duales recomendados)	Intel® HD Graphics 2500
Sistema Operativo	Window XP Professional con Service Pack 3 o Windows 7	Windows 7- Profesional
Otros	Puerto USB o Parallel para llave de software	4 Puertos USB

Mediante la Tabla 3 se puede observar que la Dirección de Hidrografía y Navegación no requiere la ampliación de las capacidades de las computadoras que albergarían este software para fines de producción.

Las computadoras utilizadas en la División de Carta Electrónica son tres y éstas fueron adquiridas en el año 2013.

Por tratarse de equipos relativamente nuevos y que poseen una buena capacidad operativa, según lo mostrado en la tabla 1, los software que contengan el estándar S-100 podrán ser instalados y usados correctamente, incluso en los próximos años debido a la amplitud mostrada con respecto a los requerimientos mínimos.

Según las fuentes consultadas, los cambios en la normativa S-100 se llevaran a cabo en la fabricación y elaboración de los Softwares, lo que no implica un cambio sustancial en las capacidades de la División de Carta Electrónica.

Debido a que el Estándar S-100 aún se encuentra en desarrollo, la implementación del estándar se realizará en la medida que las empresas fabricantes de los softwares logren plasmar los conceptos e innovaciones de la norma.

Los costos que significaría la implementación del estándar hoy en día en la Dirección de Hidrografía y Navegación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Requerimientos para la implementación de software con norma S-100 y actualización de softwares usados actualmente

Software					
Licencias a actualizar	Composer 3.0 (unitario)	HPD server	HPD Source editor	HPD Prodcut Editor	HPD Paper Chart
Precio en dólares americanos	\$21,568.20		\$80,389.77		

Nota: Las actualizaciones de las licencias de la familia Caris HPD han sido cotizadas juntas. Tipo de cambio referencial: 3.284

La necesidad de actualización de la licencias del Caris S-57 Composer con las que cuenta la Dirección se amplía para las dos llaves que actualmente se encuentran desactualizadas. El costo por actualizar ambas licencias es de \$43,136.42 (cuarenta y tres mil ciento treinta y seis y 0/42 dólares americanos).

Existe también la necesidad de mantener actualizada los software que representan la principal herramienta que posee la División de Cartografía Electrónica y que forman parte del sistema de producción de cartas náuticas, los cuales son: una (01) licencia de HPD Server, seis (06) licencias de HPD Source Editor, cuatro (04) licencias de HPD Product Editor y de las seis (06) licencias de HPD Paper Chart Editor, lo que implica una inversión anual de \$80,389.77 (ochenta mil trescientos ochenta y nueve y 0/77 dólares americanos).

4.2. Implementación de sistemas ECDIS para fines de presentación del Estándar S-100

Desde el año 2013, la Marina de Guerra del Perú inició el proceso de actualización de las estaciones maritimizadas empleadas a bordo de las unidades navales. Hoy en día se cuenta con que 14 de los buques que conforman la Fuerza de Operaciones del Pacífico (fragatas misileras, corbetas misileras y submarinos) poseen, para el empleo, utilización y aprovechamiento de capacidades de las cartas electrónicas, el Transas Marine R6SB que trabaja con el hardware RIB6.

Principalmente, los ECDIS buscan suplir necesidades de diseño que permitan su uso en condiciones normal a extremas que puedan darse durante una navegación. Entre estas características se encuentran los componentes físicos (peso, dimensión, tipo de montaje, material de fabricación), los límites ambientales (temperatura de operación, humedad de operación, temperatura de almacenamiento, antivibración,

antigo golpe, rango de IP), y los requerimientos eléctricos (voltaje de uso, consumo de energía).

Sin embargo, otro aspecto fundamental en estos sistemas son las capacidades técnicas (operacionales) del sistema. Por tratarse de hardware de nueva generación, se encuentra basado en un procesador Intel Core Intel Core i5 520E de 2 GHZ y posee NMEA 4, 4 puertos seriales, puertos Ethernet de 2 GB, 2 puertos USB, canales de ingreso-salida digitales (input-output), ofreciendo un alto desempeño y versatilidad para aplicaciones marítimas.

La investigación realizada con respecto a la posible implementación de hardware ECDIS para la implementación del Estándar S-100, nos demuestra que no es necesaria la actualización de los equipos usados actualmente. Como se ha demostrado con las capacidades operativas del hardware y según lo consultado a empresas comercializadoras de estos equipos, los equipos instalados en las unidades navales podrán incorporar los futuros softwares que permitirán visualizar las futuras cartas S-100.

Los equipos de visualización del Estándar S-100 requerirán programas que permitan la visualización de cartas náuticas elaboradas con el Estándar S-57 y con el nuevo estándar (híbridos) permitiendo una rápida y mejor transición entre ambos estándares. OHI menciona: “Una vez la viabilidad del S-57 al convertidor de S-100 se haya establecido mediante pruebas, será posible que ambos trabajen con ECDIS que funcionen en paralelo hasta que todos los ECDIS trabajen con S-100 o que el S-57 sea retirado” (2013, p. 14).

Debido a que no existen ECDIS que produzcan cartas electrónicas totalmente con el Estándar S-100, el mercado aún no dispone de aquellos que lean cartas con esas características.

Las unidades operativas de la Marina de Guerra del Perú utilizan los sistemas de navegación electrónica WECDIS Navi Sailor, versión 4100 de la empresa Transas. Éstos fueron actualizados de la antigua versión NS 4000 entre los años 2013, 2014 y el presente año y su instalación se dio paulatinamente en los órganos de línea de la institución.

El análisis del estándar S-100 ha permitido determinar que ha comparación de la información transferida con el S-57, el empleo del nuevo estándar proveerá una mayor cantidad de datos hidrográficos que serán puestos a disposición de los navegantes para mejorar la experiencia de la navegación así como asegurar la seguridad. Esto supone que el tamaño de los archivos sea de mayor tamaño que los actuales así como la extensión de los archivos varíen (el S-57 usa .000). Todas esas características podrán conocerse cuando el estándar sea finalizado.

Podemos afirmar sin embargo, que mientras se produzcan cartas electrónicas con softwares híbridos (S-100 y S-57), los ECDIS actuales permitirán su visualización siendo este el caso con el empleo del Caris S-57 Composer versión 3.0 y que las cartas electrónicas finalizadas con este software siguen usando las mismas características de exportación que las actuales.

4.3. Capacitación de personal acerca del Estándar S-100

Como se ha podido mostrar a lo largo del capítulo, la capacitación técnica que posee el Departamento de Cartografía es importante al momento de analizar la implementación del estándar S-100. Sin embargo, es necesario destacar que la parte fundamental para implementación es el nivel de capacitación y conocimientos adquiridos del personal que labora en el mencionado departamento.

Las principales fuentes de información acerca del estándar S-100 son las brindadas por la OHI y aquella que proviene de las empresas relacionadas al medio (la mayoría poseen una participación activa en el desarrollo e implementación de los nuevos estándares y actualizaciones).

El año 2013 fue la última vez que personal de la Dirección asistió a una capacitación relacionada a la producción de cartas náuticas electrónicas. Durante ese año se llevó a cabo la realización del “Primer Taller de la Comisión Regional Hidrográfica del Pacífico Sudeste sobre la Normativa S-100”, llevado a cabo en la ciudad de Guayaquil, Ecuador y en el cual asistieron, el Capitán de Fragata (r) Julio Behr Laca (asesor técnico en el área de geomática y en la producción de cartas electrónicas y convencionales) y el empleado civil Eduardo Machuca Gallo (supervisor de cartografía electrónica).

Las capacidades técnicas del Departamento podrán ser aprovechadas únicamente si el personal que las emplea se encuentra capacitado para hacerlo de manera eficiente y eficaz por lo que se considera necesaria la contratación del servicio de capacitación destinado a conocer más acerca de las características del estándar S-100, el Caris S-57 Composer versión 3.0 y el uso de Caris HDP que como se ha mostrado será el futuro de la producción cartográfica electrónica.

La capacitación del personal del Departamento de Cartografía se llevaría a cabo durante una semana y estaría a cargo de miembros de la empresa Caris con quienes ya existe una estrecha relación, debido al historial de productos que ha adquirido la institución a lo largo de su historia. Este curso estaría abocada a enseñar y demostrar al personal los alcances, las futuras capacidades y beneficios que traerán la implementación del S-100 similar al realizado en Guayaquil en el año 2013, teniendo un costo de \$10,500.00 (diez mil quinientos 00/100 dólares americanos).

CONCLUSIONES

a. Se analizó que las características de los software de producción relacionados al “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” tienen vinculación con la transferencia de datos hidrográficos que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación porque permitirán una mayor capacidad de transmisión de la gran cantidad de datos hidrográficos con los que se cuenta en la actualidad, lo que modificará la forma de navegación al incluir una mayor variedad de información hidrográfica que garanticen una mayor seguridad en la navegación.

La actualización del Caris S-57 Composer a la versión 3.0 permitirá contar con un primer software con características propias del S-100, lo que significará un primer paso en la adopción del estándar y ubicaría a la Dirección de Hidrografía y Navegación en la vanguardia del proceso de migración a nivel mundial. Sin embargo, este software solo representa una herramienta auxiliar al actual proceso cartográfico de la dirección, no debiendo reemplazar de ninguna manera los avances y el desarrollo alcanzado con el uso de la base de datos hidrográficos Caris HPD por lo que es recomendable, en primera instancia actualizar las licencias del HDP en todos sus productos y posteriormente la actualización del Composer.

b. Se estableció que las características de los sistemas ECDIS que emplea la Dirección de Hidrografía y Navegación cuentan con capacidad de soportar el “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” permitiendo la visualización de la carta náutica electrónica debido a que el proceso de implementación de la nueva normativa contempla en primera instancia, la creación de productos híbridos que podrán ser visualizados en los ECDIS que actualmente

dotan las unidades navales de la Marina de Guerra. Sin embargo, una vez una norma desplace al actual Estándar S-57 y se establezca como único medio para la elaboración de la cartografía náutica electrónica, si se deberán adquirir nuevos sistemas ECDIS únicamente en lo que respecta a los softwares de visualización. Actualmente los fabricantes de sistemas ECDIS se encuentra a la espera de la elaboración de las especificaciones de los productos contemplados en el S-100.

Estos sistemas serán el medio por el cual los navegantes en general puedan gozar de los beneficios que implica el desarrollo de la nueva normativa en virtud de asegurar la protección de la vida en el mar.

Debido a que los fabricantes de tecnología cartográfica náutica y los servicios hidrográficos nacionales son los principales impulsores y responsables que la transición hacia el Estándar S-100 se efectúe de la manera más adecuada y rápida, es responsabilidad de éstos, el desarrollo de procedimientos y la implementación de las herramientas, como lo son los ECDIS, necesarios que permitan, entre otras cosas, la adecuación necesaria para migrar al S-100.

c. Se determinó que el nivel de capacitación del personal tiene implicancia favorable en la elaboración final de la carta náutica electrónica porque el capital humano representa la parte fundamental en el proceso cartográfico y así como en la organización en general. La buena preparación técnica del personal permitirá la adecuada y eficaz transición hacia el nuevo estándar y la adopción de los cambios que se requerirán hacer en el proceso cartográfico actual para garantizar la adecuación de éste a las nuevas tecnologías que traerán consigo la adopción del S-100

Es por este motivo que se considera de gran importancia la divulgación de los conceptos, conocimientos y avances que se alcancen en el desarrollo del S-100 mediante el estudio de los documentos de la OHI, exposiciones, charlas brindadas por empresas, trabajos de investigación, de manera que el personal que labora en el Departamento de Cartografía de la Dirección de Hidrografía y Navegación pueda afrontar adecuadamente los retos que depara el cambio de normativa a realizarse en los próximos años.

d. Se determinó que la implementación del “Estándar S-100: Modelo Universal de Datos Hidrográficos” requiere realizar cambios técnicos y operativos en el proceso cartográfico electrónico que realiza la Dirección de Hidrografía y Navegación debido a que requerirá de un plan de transición que permita la adecuación de los procesos actuales, sin que esto signifique que la producción de cartas electrónica deba parar o disminuir su capacidad.

Los cambios técnicos corresponden a la adquisición de nuevos softwares de producción de cartografía náutica que incluyan las características del S-100. En adición, se requiere una plataforma que permita la visualización del nuevo estándar por lo cual es necesario adquirir nuevos sistemas ECDIS que doten las unidades navales.

Los cambios operativos son la capacitación y la adecuación de los protocolos de trabajo del personal que labora en el Departamento de Cartografía y de aquellos relacionados indirectamente en el proceso cartográfico.

Entre otras cosas, la implementación del S-100 debe ser paulatina en el tiempo, en un proceso que se adapte poco a poco a los nuevos conceptos y características que impliquen el uso del S-100, por lo que actualmente, la Dirección de Hidrografía y

Navegación podría comenzar la migración hacia la nueva normativa modificando la fase de Elaboración de Carta Electrónica que tiene lugar en el proceso cartográfico, con el empleo de software híbridos entre esta norma y el S-57 (por ejemplo el Caris S-57 Composer 3.0). Una vez se haya concretado la transición hacia la nueva normativa, se deberán adoptar tecnologías totalmente orientados al S-100, como se ha mencionado anteriormente.

LISTA DE ANEXOS

Anexo I.	Lista de Anexos	38
Anexo II.	Lista de Tablas	39
Anexo III.	Lista de Figuras	40
Anexo IV.	Lista de Acrónimos	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre Modelos de Datos y Estructura de Datos S-57.....	18
Tabla 2. Diferencia de nomenclatura conceptual entre S-100 y S-57	24
Tabla 3. Requerimientos y Capacidades de la Div. Carta Electrónica para el empleo del Caris S-57 Composer 3.0	28
Tabla 4. Requerimientos para la implementación de software con norma S-100 y actualización de softwares usados actualmente.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Especificaciones de productos basados en el Estándar S-100.....	10
Figura 2. Alcances del ISO-19100.....	11
Figura 3. Evolución del Estándar S-57	15
Figura 4. Diagrama del modelo de datos propuesto en el S-57	16
Figura 5. Ejemplo del Catálogo de Objetos con formato S-57	17
Figura 6. Estructura de Datos del Estándar S-57	19
Figura 7. Departamentos involucrados en la fase de compilación.....	21

LISTA DE ACRÓNIMOS

CHRIS	: Comité de requerimientos hidrográficos para sistemas de información (Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems)
DHN	: Dirección de Hidrografía y Navegación
ECDIS	: Sistema de visualización e información de carta electrónica (electronic chart display and information system)
ENC	: Cartas náutica electrónica (electronic nautical chart)
ISO	: Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization)
OHI	: Organización Hidrográfica Internacional
WECDIS	: Sistema de visualización e información de la carta electrónica de buques de guerra (The warship electronic chart display and information system)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astle, H., & Schwarzberg, P. (2013). Hacia un modelo universal de datos hidrográficos (traducción propia). *Trans Nav*, 7 (4), 567-571. doi: 10.12716/1001.07.04.12. Recuperado de http://www.transnav.eu/Article_Towards_a_Universal_Hydrographic_Astle,28,468.html
- Dirección de Hidrografía y Navegación. (2013). *Normas técnicas hidrográficas Nro. 16: Manual de procedimientos técnicos para la producción de la carta náutica* (3ra Ed.). Callao, Perú: Dirección de Hidrografía y Navegación.
- Dirección de Hidrografía y Navegación. (2008). *Normas técnicas hidrográficas Nro. 17: Manual de procedimientos técnicos para la producción de la carta náutica electrónica* (2da Ed.). Callao, Perú: Dirección de Hidrografía y Navegación.
- Hecht, H., Berking, B., Jonas, M., & Alexander, L. (2011). *La carta electrónica* (traducción propia) (3ª Ed.). Países Bajos: Geomares Publishinh.
- Lovrinevic, D., & Kljajic, I. (2014). Análisis de los estándares para cartas náuticas electrónicas (traducción propia). *Nase More*, 61(3-4), 52-59.
- Organización Hidrográfica Internacional. (2000). *Estándar de Transferencia para Datos Digitales Hidrográficos de la OHI* (traducción propia) (3.1ra Ed.). Recuperado de http://iho.int/iho_pubs/standard/S-57Ed3.1/31Main.pdf
- Organización Hidrográfica Internacional. (2013). *Las cartas electrónicas de navegación y las prescripciones de transporte: hechos* (1.0.0ra Ed.). Recuperado de http://iho.int/iho_pubs/standard/S-66/S-66_e1.0.0_ES.pdf
- Organización Hidrográfica Internacional. (2013). *Plan maestro para el desarrollo e implementación del S-100* (traducción propia). Recuperado de

http://iho.int/mtg_docs/com_wg/HSSC/HSSC_Misc/S-100_Master_Plan_Nov13.pdf

Organización Hidrográfica Internacional. (2000). *S-100 Modelo universal de datos hidrográficos* (traducción propia) (2.0ra Ed.). Recuperado de http://iho.int/iho_pubs/standard/S-100/S-100_Ed_2/S_100_V2.0.0_June-2015.pdf

Otarola, N. (2011). *Estudios del proceso de elaboración de cartas náuticas electrónicas mediante la utilización del software Caris HPD para proponer su implementación en el Centro de Investigación Oceanográficas e Hidrográficas*. Dirección de Hidrografía y Navegación, Perú.

Pais, L. M. (1998). *El estudio del caso de la producción de cartas náuticas electrónicas S-57 con herramientas Caris*. New Brunswick, Canadá: Departamento de geodesia e ingeniería geomática.

Ward, R., Alexander, L. & Greenslade, B. (2009). OHI S-100: El nuevo estándar hidrográfico geospacial de la OHI para datos e información marítima (traducción propia). *The International Hydrographic Review*, 1, 44-55.