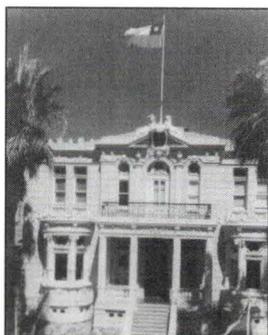


CORRECCION DE CARTAS ASISTIDA POR COMPUTADOR UN PROYECTO DEL SERVICIO HIDROGRAFICO Y OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA DE CHILE. *

*Patricio Carrasco Hellwig ***



El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer a la comunidad hidrográfica, y en especial a los Servicios Hidrográficos de todo el mundo, que se ven enfrentados al mismo problema,

cómo el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), dio solución -mediante tecnología computacional y gráfica- al antiquísimo problema de actualización de la cartografía náutica existente en el Almacén de Cartas, cuya corrección de los avisos publicados mensualmente en el Boletín de Noticias a los Navegantes -hasta antes de la puesta en servicio del presente Proyecto- se venía haciendo manualmente.

I. Introducción.

En 1874 -esto hace 123 años- se creó el actual Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, con lo que se constituyó en el primer organismo cartográfico nacional; el primero creado en la América Latina y el 12º en el mundo. El mismo año de su fundación, dio comienzo a la emisión de Avisos a los Navegantes a través del

Boletín de "Noticias Hidrográficas".

Con el paso de los años, el Servicio Hidrográfico fue paulatinamente implementando nuevas modalidades en su constante preocupación para que el navegante tuviera a bordo, toda la información disponible, que le permitiera su desplazamiento seguro por el mar, con sus cartas y publicaciones náuticas actualizadas. Es así como a la fecha, provee a los buques de guerra y mercantes, pesqueros y embarcaciones deportivas, sean éstos nacionales o extranjeros, cartografía y publicaciones náuticas actualizadas, al momento y día de la entrega o adquisición de ellas en las Agencias de Venta. Desde ese instante y en adelante, los poseedores y usuarios de las referidas ayudas a la navegación, son los responsables de incorporarles informaciones y correcciones que se produzcan en lo sucesivo y que son difundidas por el SHOA, en el hoy denominado Boletín de "Noticias a los Navegantes".

Este Boletín -que se edita mensualmente- contiene todas las informaciones y novedades hidrográficas acaecidas durante ese período, y sirve para corregir las cartas y publicaciones náuticas usadas a bordo de los buques y que son afectadas por tales noticias. Esto es muy importante para la seguridad de la navegación, ya que las cartas y publicaciones náuticas son corregidas -como se dijo- al momento de su distribución,

* El presente trabajo fue expuesto en la VII Reunión del Comité de Hidrografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (organismo especializado de la Organización de Estados Americanos), realizada en Lima, Perú, entre el 21 y el 25 de julio de 1997.

** Teniente 1º. Ingeniero Hidrógrafo del Real Instituto Hidrográfico de España, Profesor Militar en la especialidad de Hidrografía.

pero muchos cambios pueden ocurrir posteriormente, tales como: boyas fuera de sitio, faros apagados, inaugurados o retirados, nuevas sondas, cambio en las características de los puertos, etc. que es necesario mantener al día.



Boletín de Noticias a los Navegantes.

El comercio exterior y de cabotaje chileno, que en un 94 por ciento se realiza por la vía marítima, significa la recalada anual a nuestros puertos de cerca de 11.000 naves de banderas de alrededor de 60 países, lo que obliga a mantener más de 300 cartas náuticas con una existencia total acumulada a la fecha en el Almacén de Cartas, cercana a las 115.000 unidades. El tonelaje movilizado en comercio exterior y cabotaje, que en el último decenio experimentó un incremento de un 114,9 por ciento y que en el futuro se visualiza con idéntica auspiciousidad -dado el auge económico que experimenta el país- ha motivado al SHOA a desarrollar un importante esfuerzo en optimizar su capacidad de respuesta, para satisfacer con eficiencia y oportunidad, la entrega a los usuarios de cartografía náutica actualizada a su salida del Almacén de cartas náuticas.

Consciente del incremento sustancial de la demanda de cartas náuticas, el SHOA luego de analizar esta variable, ha decidido continuar su compromiso de brindar seguridad a la navegación y óptima calidad de servicio al usuario de la cartografía que edita, representado en la provisión de ésta, corregida hasta el último aviso a los navegantes. Sin embargo, el sistema en funcionamiento no podía continuar siendo sostenido con métodos manuales de corrección, y resultaba vital e imperativo incorporar la tecnología computacional disponible, para mejorar el proceso. Ello, dio origen al proyecto que se describirá a continuación.

II. Identificación de la necesidad del proyecto.

1.- Descripción del Problema.

El Departamento de Informaciones a la Navegación del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, tiene a su cargo la Sección de Corrección de Cartas, cuya misión es la de entregar al usuario, las cartas náuticas que edita el Servicio, debidamente corregidas y actualizadas conforme a los Avisos a los Navegantes que se publican mensualmente a través del Boletín de Noticias a los Navegantes.

De las 335 cartas que conforman el cartapacio nacional, 197 experimentan un promedio de 12 correcciones anuales. Considerando la venta de cartas, ello significa una cantidad aproximada de 12.000 correcciones al año que han de ser hechas por las 6 personas contratadas para ese fin, empleando procedimientos manuales tales como borrado, pegado de parches, anotaciones manuscritas, etc. sin que a la fecha exista ninguna instancia de automatización, que permita realizar este tipo de operaciones repetitivas sobre un gran número de ejemplares.



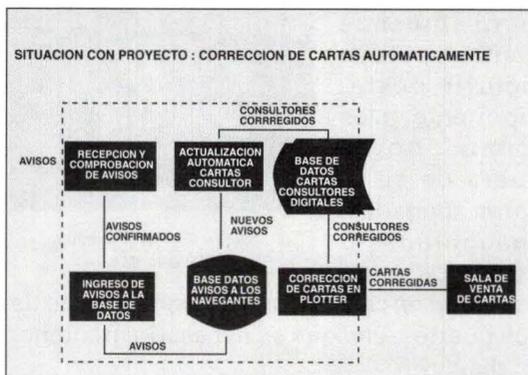
Sección Corrección de Cartas.

Lo anterior presenta las siguientes importantes desventajas:

- No permite una estandarización respecto a la calidad del trabajo de corrección realizado manualmente, lo que resulta variable de acuerdo a la experiencia y habilidad individual de cada corrector.
- Por ser un proceso manual, se caracteriza por su lentitud, lo que conlleva una baja productividad. Además el proceso de verificación es complejo y también lento, lo que en definitiva vulnera la confiabilidad sobre las correcciones realizadas.
- Es necesario contar permanentemente con personal de reserva, para hacer frente a demandas cuyos volúmenes excedan la capacidad normal de abasteci-

miento, con la oportunidad y diligencia esperada por el usuario.

- La carta patrón o consultor, que contiene todas las correcciones y que sirve de modelo para la corrección de otros ejemplares, con el tiempo se va deteriorando. Ello obliga periódicamente a preparar un nuevo patrón, siendo posible que en el proceso de su duplicación manual, se pierda precisión e incluso parte de la información.



corrección de las cartas náuticas y qué etapas sería necesario variar si éste se llevara a cabo. La idea era automatizar al máximo el proceso en todas sus etapas: desde la creación del Boletín de Noticias a los Navegantes, la confección de la carta consultor y la actualización en forma rápida, precisa y automatizada, de las distintas cartas vigentes, considerando uno o varios ejemplares a la vez.

Para cumplir lo anterior, se estructuró el diseño sobre la creación de una base de datos que considerara todos los avisos contenidos en los Boletines de Noticias a los Navegantes y que reemplazara al archivador de boletines, la que pasó a denominarse Base de Datos Noticias a los Navegantes y a su vez, en la creación de otra base de datos que contuviera las cartas consultoras con los correspondientes avisos, en reemplazo de la carpeta de cartas consultoras en papel y que pasó a denominarse Base de Datos Cartas Consultores Digitales.

El diseño fue aún más ambicioso que la creación de dos bases de datos independientes. La meta era relacionar todo el sistema, de tal forma que con el sólo hecho de ingresar el aviso en un formato preestablecido y acorde a los avisos más frecuentes, automáticamente pudiese originar el propio Boletín de Noticias a los Navegantes y a su vez, generar la acción en la o las correspondientes cartas consultores digitales, por cuanto no debe olvidarse que un aviso normalmente afecta a varias cartas.

2. Objetivo general.

Asegurar un mejor servicio al usuario, a través de un aumento en la productividad y calidad en los procedimientos de corrección de cartas náuticas de la Sección de Corrección de Cartas del Departamento de Informaciones a la Navegación, mediante la aplicación de tecnología computacional y gráfica.

3. Objetivos específicos.

- Desarrollar un sistema de corrección de cartas náuticas, mediante la aplicación de tecnología computacional y gráfica.
- Crear una base de datos de corrección de cartas náuticas, que contenga el historial de lo correspondiente a cada una de ellas.
- Implementar un sistema de almacenamiento computacional de las correcciones patrones, que elimine la natural deformación que sufren las cartas náuticas de consulta.

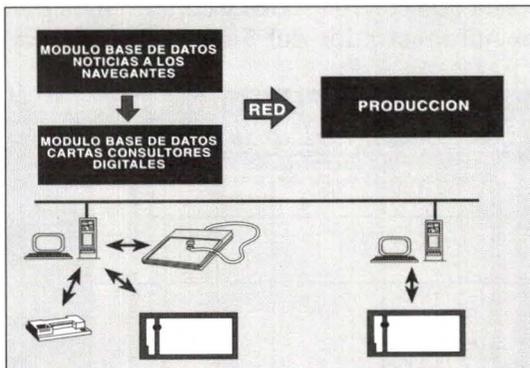
III. Diseño del Proyecto.

Para alcanzar el objetivo planteado en este proyecto, se analizó y estudió detenidamente el proceso vigente en la

Creada esta relación entre ambas bases de datos, fue necesario diseñarlas y considerar en éstas, todas las opciones que

normalmente posee una base de datos, asegurando las funciones necesarias para trabajar siempre en un ambiente amigable a cualquier usuario, en base a menús desplegables y, en el caso específico de la base de datos Cartas Consultores Digitales, las propiedades del ambiente Windows en cuanto al concepto de objetos y atributos. De esta forma se conformaron dos módulos denominados Módulo Base de Datos Noticias a los Navegantes y Módulo Base de Datos Cartas Consultores Digitales.

Finalmente, se determinó la necesidad de contar con dos estaciones de trabajo: la de manejo de los Módulos Base de Datos Noticias a los Navegantes y Base de Datos Cartas Consultores Digitales, compuesta por un computador, impresora, plotter y digitalizador, y la de producción, compuesta de un computador y plotter, siendo el traspaso de información desde la primera a la segunda en forma rápida, mediante el empleo de medios magnéticos inicialmente y luego a través de una red.



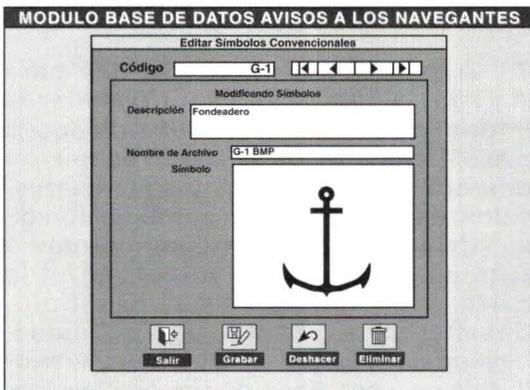
Módulo Base de Datos Noticias a los Navegantes.

Este módulo está compuesto de cinco opciones consistentes en Avisos, Consultor, Símbolos, Catálogo y Ayuda:



1. *Avisos*; Es la opción básica para *Agregar, Editar, Cargar o Consultar* la información contenida en un boletín y/o aviso. Dentro de los avisos se definieron diferentes casos o formatos preestablecidos, de acuerdo a una combinación de la "Acción" (Ninguna, Insertar, Corregir o Eliminar) que éste va a realizar en la carta náutica y el "Tipo" (Símbolo, Características, Sector de Visibilidad, Leyendas, Sondas u Otros) del elemento que va a ser afectado por esta acción. Se consideró la combinación de "Acción-Tipo", "Ninguna-Otros", con el objeto de que también fuese posible el ingreso al sistema de aquellos avisos que no se adaptaban a los formatos preestablecidos. Especial interés reviste la opción *Cargar*, que está diseñada para permitir la incorporación de determinados avisos a una carta específica y el *Consultar*, acción que puede ser realizada a través de un sin número de combinaciones de búsqueda.

2. *Consultor*; Opción que permite crear una *Nueva Edición* de una carta y *Activar o Desactivar* un determinado aviso. En el primer caso desactiva todos los avisos que afectaban a una determinada carta, por cuanto la Nueva Edición debe considerarlos, pero si así no fuera por diversos motivos, todos o parte de ellos pueden ser nuevamente activados, por cuanto estos permanecen en la base de datos, aunque ya no estén vigentes.



3. *Símbolos*; Permite *Editar y Consultar* la biblioteca de símbolos existentes en el sistema.

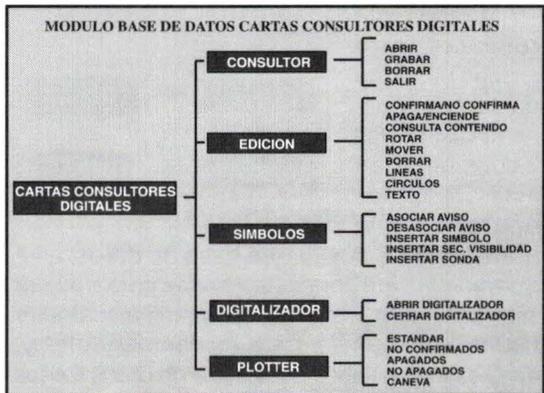
4. *Catálogo*; Corresponde a las funciones de *Editar y Consultar* del Catálogo de Cartas Náuticas como asimismo el ingreso y edición de las tablas de *Elipsoides y Proyecciones* cartográficas.

5. *Ayuda*; El sistema posee ayuda en línea para el usuario que lo requiere, bajo dos opciones: *Cómo usar y Acerca de*.

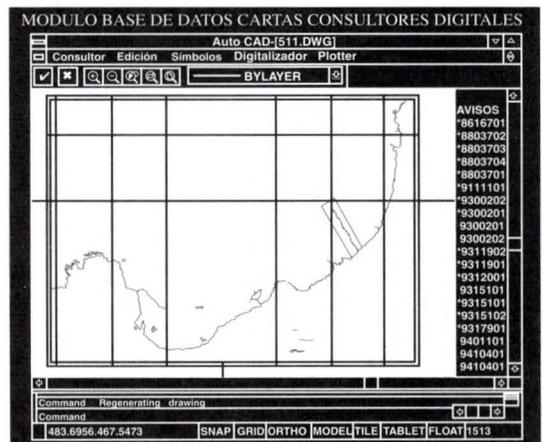
Módulo Base de Datos Cartas Consultores.

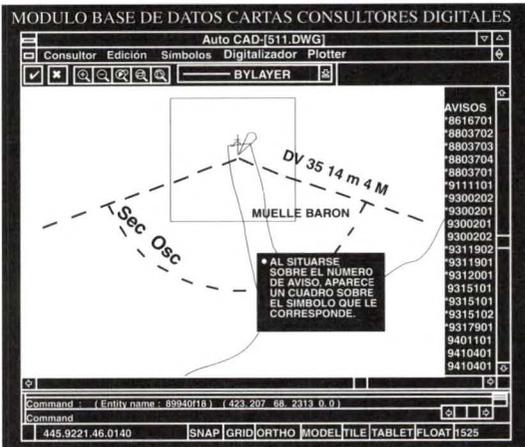
Este módulo está compuesto de cinco opciones consistentes en Consultor, Edición, Símbolos, Digitalizador y Plotter:

1. *Consultor*; Permite *Abrir, Grabar y Borrar* la carta consultor digital correspondiente. Al abrir cada carta consultor digital, ésta es alimentada por todos los avisos activos desde la base de datos Noticias a los Navegantes, desplegándose cada uno de ellos en la ubicación geográfica correspondiente.



2. *Edición*; Posee las opciones de *Confirmar/ No Confirma, Apaga/ Enciende, Consulta Contenido, Rotar, Mover, Borrar, Líneas, Círculos y Texto*; opciones todas fundamentales para efectuar el ajuste fino del aviso proveniente del ingreso de los datos en la Base de Datos Noticias a los Navegantes, por cuanto es aquí donde el Administrador del Sistema realiza las acciones tendientes a la definición de la mejor posición del aviso, confirmándolo una vez definida su posición definitiva o creándolo gráficamente, en el caso de que corresponda a alguna acción especial, no considerada dentro de los avisos estándar, como la creación de un muelle, etc. Cuando se ingresan nuevos avisos, éstos son desplegados mediante un color diferente, hasta que son revisados y confirmados por el Administrador del Sistema. El *Apaga/*





Enciende permite, sin eliminar un aviso de la carta consultor digital, evitar que sea ploteado. Lo anterior por ejemplo, cuando se tiene un aviso Eliminar-Sonda y en vez de rayar la sonda en el papel, se opta por borrarla mediante una goma. La opción *Consulta Contenido* le permite al Administrador ver en pantalla el texto con la acción que lo originó gráficamente.

3. *Símbolos*; Opción que le permite al Administrador del Sistema *Asociar* o *Desasociar* un símbolo compuesto, como asimismo Insertar símbolos de la biblioteca de símbolos del sistema, *Sectores de Visibilidad* y/o *Sondas*.

4. *Digitalizador*; *Abrir* o *Cerrar* el digitalizador. Su uso es indispensable para la revisión y confirmación de los avisos, como también para la creación de aquellos que no se encuentran predefinidos dentro de los formatos estándar, como por ejemplo, la inserción de un muelle.

5. *Plotter*; Mediante las opciones "*Estandar*, *No Confirmados*, *Apagados*, *No Apagados* y *Cánaeva*", permite realizar el ploteo sobre la correspondiente carta náutica de papel situada en el plotter y así corregir uno o varios ejemplares de dicha carta.

IV. Hardware y Software involucrados.

La necesidad de mantener el costo del proyecto en niveles concordantes con el objetivo propuesto, condujo a la decisión de

abordar su implementación, utilizando hardware y software disponibles en el mercado, reduciendo al mínimo la necesidad de un desarrollo especial en base a un determinado lenguaje de programación, o la necesidad de construir dispositivos electrónicos o electromecánicos especiales.

1. *Hardware*; Las estadísticas de las correcciones aplicadas por la Sección de Corrección de Cartas Náuticas durante los últimos 10 años, determinaron la necesidad de contar con los siguientes equipos computacionales y gráficos: dos computadores personales; dos plotters tipo "flatbed"; un digitalizador y una impresora.

2. *Software*; Como software operativo de los computadores personales, se definió el empleo del Sistema Operativo MS-DOS Versión 6.0, en combinación con MS-Windows Versión 3.11.

Para la digitalización y dibujo de correcciones gráficas, se utilizó el software "Autocad" Versión 13, para Windows, contemplando el desarrollo de aplicaciones en su propio lenguaje.

Para el almacenamiento y consulta de archivos de correcciones, se especificó el sistema de administración de bases de datos relacionales "Access" Versión 2.0 y el desarrollo de aplicaciones en su propio lenguaje.

Finalmente para el desarrollo de la aplicación que combinó el Hardware y Software señalado anteriormente, se utilizó el lenguaje propio de Autocad y Access, empleando la capacidad de interfase de ambos.

V. Pruebas y puesta en marcha.

Durante el período de desarrollo e implementación del Proyecto, se realizaron una serie de tareas y pruebas en base a las especificaciones técnicas de diseño y a los requerimientos iniciales de puesta en marcha del sistema.

1. Programación del Sub-sistema de Administración de la Base de Datos Noticias a los Navegantes (60 días).

2. Programación del Sub-sistema de Edición Gráfica, digitalización y trazado en

plotter de mesa de las cartas consultores (80 días).

3. Poblamiento de la Base de Datos (5 días).

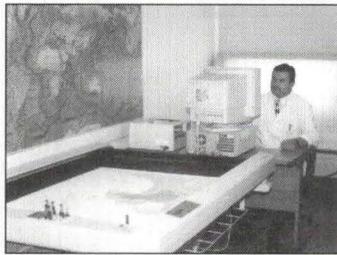
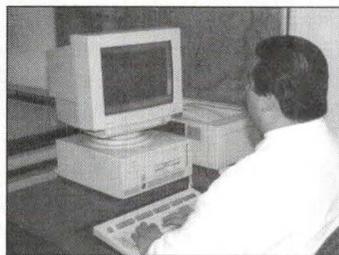
4. Creación de Simbología Cartográfica (10 días).

5. Creación de Cánvas referenciales para cada carta náutica (15 días).

textos y ubicación geográfica preliminar de los avisos en la carta náutica. Una vez revisados, se procedió a confirmar los avisos que no necesitaban cambios en su ubicación y a mover o rotar aquellos avisos que sí lo requerían. Estos ajustes se realizaron mediante el uso del Mouse y el digitalizador utilizando una carta 511 para mayor exactitud.

PRUEBA PRELIMINAR DEL PROYECTO (5 DIAS)

- I ADMINISTRADOR DE BASE DE DATOS NOTICIAS A LOS NAVEGANTES
- I EDICION GRAFICA DE LA CARTA CONSULTOR DIGITAL



6. Prueba preliminar del Proyecto (5 días).

Una vez terminado el desarrollo del Proyecto, se procedió a realizar la primera prueba de funcionamiento. Para esta prueba se ingresaron a la base de datos todos los avisos que afectaban a la carta 511 (Bahía de Valparaíso), los cuales se grabaron en forma automática en la carta consultor digital 511.

- Administrador de Base de Datos Noticias a los Navegantes.

El ingreso de los Avisos a la base de datos Noticias a los Navegantes, permitió, además de traspasar en forma automática los avisos a cada Carta Consultor Digital, obtener una serie de productos, tales como: - Listado del boletín de Noticias a los Navegantes; - Listado de avisos que afectan a una carta determinada; - Listado de avisos por límites de coordenadas geográficas, etc.

- Edición gráfica de la Carta Consultor Digital.

El proceso de edición gráfica en la carta consultor 511, permitió al operador del sistema visualizar y consultar en pantalla, los

- Uso de Digitalizador.

En general las pruebas de digitalizador no presentaron problemas de operación, resultando su uso indispensable para el afinamiento en la posición y dirección angular de los avisos de la carta consultor digital.

- Prueba de Trazado en Plotter.

Una vez ingresada, revisada y confirmada toda la

información de avisos, se procedió a generar el archivo de trazado en plotter en formato HPGL-2. Con este archivo grabado en un medio magnético, el operador o dibujante procedió a ubicar la carta náutica 511 de papel, en la superficie del plotter, para finalmente trazar sobre ella todos los avisos que la afectaban.

Para definir el mejor procedimiento de ubicación de la carta náutica en el plotter, la cual debe tener un posicionamiento perfecto, tanto en su punto de partida como en su ortogonalidad, se realizaron una serie de pruebas que concluyeron en: - Digital la ubicación de partida y alineamiento mediante comandos de plotter; - Colocar una guía de papel de corte perfecto para la ubicación de la carta en la mesa.

Aunque ambos procedimientos permitieron fijar la carta correctamente, el empleo de la guía demoró menos tiempo.

7. Puesta en marcha del Proyecto.

La puesta en marcha del Proyecto, contempló el ingreso de los boletines de noticias

PRUEBA PRELIMINAR DEL PROYECTO (5 DIAS)

I USO DE DIGITALIZADOR



I PRUEBA DE TRAZADO EN PLOTTER.

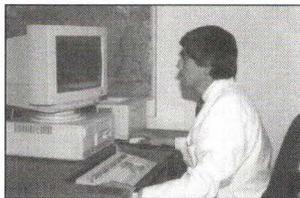


a los navegantes a partir del 1 de enero de 1996, y el ingreso de todos los avisos a los navegantes activos que afectan a cada carta náutica del cartapacio del SHOA. El orden de ingreso de estos avisos, se está realizando por carta náutica, en base a un orden de mayor a menor demanda.

VI. Experiencias y recomendaciones.

Para llevar a cabo la operación del sistema, se ha desarrollado un "Manual del Usuario", el que constituye una guía de trabajo que contiene el detalle de los procedimientos para efectuar la actualización de las cartas náuticas.

El sistema está diseñado para operar con cartas de Datum conocido. Para aquellas cartas de datum local, se requiere tener la corrección efectuada en forma tradicional (manual) sobre una carta patrón, y de ésta, obtener la posición exacta para el sistema corrector, mediante la utilización del digitalizador.



Para el poblamiento de la base de datos del sistema, se deben ingresar todos los avisos a los navegantes que están vigentes y que afectan a las cartas náuticas.

Se ha modificado la confección tradicional del Boletín de Noticias a los Navegantes, de manera tal, que actualice instantáneamente la base de datos.

Aún cuando el sistema ha sido puesto recientemente en operación, se ha comprobado que el proceso es altamente productivo, puesto que en la etapa de implementación se han logrado tiempos de corrección muy favorables, como por ejemplo, una carta que está afectada por 13 avisos a los navegantes, es actualizada por el sistema en tan sólo 3 minutos, mientras que con el sistema manual tradicional se requiere de 15 minutos.

El mejoramiento en lo relativo a la presentación final y a la precisión que se logra, una vez corregido un número considerable de ejemplares, de una misma carta, es notable y constituye una de las mejores y más significativas muestras de los resultados obtenidos en la implementación del sistema. Asimismo, se ha logrado mejorar el Servicio al Cliente, por cuanto permite brindar una entrega de cartas actualizadas a requerimiento, empleando un mínimo de tiempo y personal.

Las utilidades que se pueden obtener de la Base de Datos Noticias a los Navegantes no se limitan sólo a su empleo en la corrección de cartas, sino que constituye una herramienta de consulta permanente para todos los Departamentos del Servicio, que requieren dicha información en las distintas fases que conlleva la planificación, recolección, procesamiento y edición final de la carta náutica.

Las utilidades que se pueden obtener de la Base de Datos Noticias a los Navegantes no se limitan sólo a su empleo en la corrección de cartas, sino que constituye una herramienta de consulta permanente para todos los Departamentos del Servicio, que requieren dicha información en las distintas fases que conlleva la planificación, recolección, procesamiento y edición final de la carta náutica.

VII. Conclusiones.

La puesta en servicio del Proyecto, no hace más que reflejar el espíritu de servicio que anima al SHOA, en cumplimiento de su misión de brindar al usuario de su cartografía náutica, óptima calidad de ella y un eleva-

do nivel de seguridad en su navegación por las aguas jurisdiccionales de Chile. La incorporación a los procesos manuales tradicionales, de la tecnología disponible en el mercado nacional y mundial, a un costo razonable, sin perder la eficiencia y eficacia del proceso, si no que por el contrario, aumentándolos, al mejorar los rendimientos y velocidad de respuesta a la creciente demanda de cartas de navegación, pes-

queras y deportivas, bien valió el esfuerzo desplegado en su implementación.

Esta experiencia, queda así a disposición de la comunidad hidrográfica mundial, ciñendo estrictamente su respaldo técnico, a las orientaciones que sobre estas materias, determina y dicta la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), a la cual el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile concurrió -en 1921- a su fundación.

☆☆☆

BIBLIOGRAFIA

- P. Carrasco y J. López: "Especificaciones Técnicas Proyecto Sistema Corrector", junio de 1995.
- Sistema Corrector: Manual de Sistema y Manual de Usuario.
- Consultor Cartas: Manual de Usuario.
- Beneficios Económicos derivados de los Planes Hidro-Cartográficos y Oceanográficos en Chile, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 1995.

