

Por Capitán de Fragata
JORGE ENRIQUE CARREÑO MORENO
 Director de Proyectos Cotecmar



Los astilleros se clasifican fundamentalmente como constructores o reparadores y se diferencian evidentemente por la actividad que desarrollan, por su capacidad de ingeniería y por su tren de producción. Otro aspecto que hace diferentes estos astilleros, es la posición estratégica, la cual condiciona fuertemente la consecución de contratos del astillero reparador. Hace más de dos o tres décadas, los astilleros en general eran empresas autosuficientes, que proveían todos los bienes, insumos y servicios requeridos para desarrollar la construcción del buque.

Un ejemplo de ello, es la Factoría de la Empresa Nacional de

Tendencias

Tendencias en la construcción EN LA Tendencias en la construcción naval mundial

Construcción

68 | 68

“Para ser pobre o rico un país dependerá en mayor grado de su nivel tecnológico, que de las ventajas que le depara la naturaleza...” Alfonso López Michelsen.

Construcciones Militares Bazán en El Ferrol, España, la cual se especializó en la construcción de buques de guerra de superficie, teniendo en su momento una de las mayores plantas en Europa, con talleres que abarcaban desde la construcción de turbinas de gas, hasta los más pequeños y elementales accesorios e insumos que requerían los buques allí construidos. Hoy en día, los astilleros tienden a la reducción de recursos propios y a la contratación de servicios en forma de empresa de síntesis, algunos astilleros como los holandeses y los coreanos, han optado por especializarse en la construcción de ciertos tipos de buques o a continuar con la construcción total del buque, pero trasladando parte de su capacidad a empresas auxiliares que son subcontratadas por el astillero.

Las grandes innovaciones en los conceptos y procesos para el diseño, construcción y puesta en servicio de buques, se han originado

Cotecmar ha adquirido un conocimiento y experiencia que le han permitido mejorar los procesos de diseño.

NAVAL MUNDIAL

69|69

tradicionalmente en proyectos militares, y precisamente ha sido la Marina de Guerra de Estados Unidos, la que ha liderado este cambio, tal como lo describen Robert Keane y Barry Tibbits y cuyo proceso se resume a continuación: En la década del 50, la mayor parte del proceso de diseño se hacía dentro de la Marina de Guerra y la construcción se llevaba a cabo en astilleros navales (estatales). En la década del 60, esta responsabilidad se trasladó a la industria, por medio de contratos a todo costo, que incluían gran parte del diseño y la totalidad de la construcción de los buques. En la década del 70, los astilleros privados continúan desarrollando la construcción, pero la Marina de Guerra retoma un rol importante en el diseño por la necesidad de mejorar la integración de los sistemas del buque con los sistemas de combate.

En la misma forma en que las responsabilidades y roles de la Marina de Guerra y del astillero han ido evolucionando, así lo ha hecho la forma de construir los buques. La antigua forma de construcción consistía en un proceso lineal en el que se empezaba colocando la quilla en la cuna de construcción y al igual que un edificio se empezaba a levantar la estructura, su forro y finalmente sus equipos y sistemas. En este tipo de construcción, la participación de los ingenieros de la Marina de Guerra era muy reducida y se desconocían los efectos de sus decisiones sobre el proyecto en general. En la década del 80, la estrategia constructiva empezó a cambiar, los ingenieros de la Marina de Guerra participan más decididamente en la fase preliminar del diseño y los astilleros evolucionan sus procesos para ser más competitivos,



surgiendo la construcción modular. Este tipo de construcción, consiste en construir módulos independientes en los talleres del astillero, posteriormente unirlos en la cuna de construcción para finalmente lanzar el buque al agua. A diferencia de la manera antigua de construcción, se incorporan conceptos tales como líneas de flujo de procesos, montaje anticipado, diseño orientado a la construcción, normalización, estandarización de equipos y de sistemas.

La construcción modular tiene múltiples beneficios, como son la reducción de costos en la mano de obra, la mejora de la calidad de los procesos, por cuanto muchas horas de trabajo se llevan a cabo en condiciones ambientales favorables en un taller o hangar, los soldadores pueden ejecutar sus trabajos en posiciones menos complicadas, se pueden emplear procesos automáticos de corte y soldadura, a la vez que se pueden poner en marcha varias líneas de producción, por ejemplo, paneles de acero planos, paneles curvos, perfiles, tuberías, con lo cual el trabajo en campo, es decir, en la grada o cuna de construcción es mucho menor. Sin embargo, este mejoramiento de las condiciones de la producción, debe ser soportado por un trabajo de diseño mucho más exigente. Los planos constructivos, instrucciones de montaje, especificaciones de equipos y pruebas, son más detallados y voluminosos, por lo que las oficinas de diseño deben apoyarse en herramientas informáticas

modernas que les faciliten su labor. En la década del 80, se empezó a trabajar en diseño asistido por computador, sin embargo, fue en la década del 90 en que finalmente se generalizó el uso de programas de diseño, ingeniería y producción asistidos por computador (CAD, CAE, CAM), en la mayoría de los astilleros del mundo.

La estrategia de adquisición de nuevas unidades navales para el siglo XXI en la Marina de Estados Unidos, contempla la formación de los denominados Navy Industry Integrated Product Teams, IPT, equipos conformados por ingenieros de la marina y del astillero con dos objetivos fundamentales: primero, establecer tan pronto como sea posible la estrategia constructiva que focalice el diseño a la producción, y segundo, que haya continuidad entre la fase del diseño contractual y del diseño de detalle. Este equipo participa en todas las fases de diseño, es decir, en los estudios de factibilidad, diseño contractual y de detalle; en la primera etapa es liderado por la marina de guerra y en las dos últimas por el astillero constructor.

Con la implementación de estos equipos, el desarrollo

Tendencias en la construcción naval mundial-Tend

Tendencias EN LA Construcción

del proyecto adquiere una dinámica excepcional, garantizando la calidad del producto, aumentando la competitividad del astillero y finalmente satisfaciendo la necesidad al cliente.

El proceso evolutivo descrito anteriormente, ha influenciado la industria astillera de buques comerciales. Es así como los principales constructores de buques comerciales como son, entre otros, China, Corea, Japón, España y Alemania, han adoptado la construcción modular como



estrategia constructiva, soportada en oficinas de diseño con herramientas informáticas muy potentes que facilitan su trabajo, obteniendo un producto final de mejor calidad, reduciendo costos de producción y tiempos de entrega.

PROYECTOS DESARROLLADOS POR COTECMAR

La Armada Nacional de Colombia, desde el año 1996, inicialmente en su Astillero Naval ubicado en la Base Naval ARC Bolívar en Cartagena y ahora en la planta de Mamonal de Cotecmar, inició un proceso de reactivación de la industria naval, orientado a la construcción de una serie de buques nodrizas para la Brigada Fluvial de la Infantería de Marina. Posteriormente desarrolló el proyecto de diseño y construcción del Buque Balizador o Boyero para la Dirección General Marítima. En el año 2000 diseñó y construyó una estación flotante de bombeo de agua para la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja y en el presente año continúa el programa de construcción de las unidades nodrizas, al mismo tiempo que ha

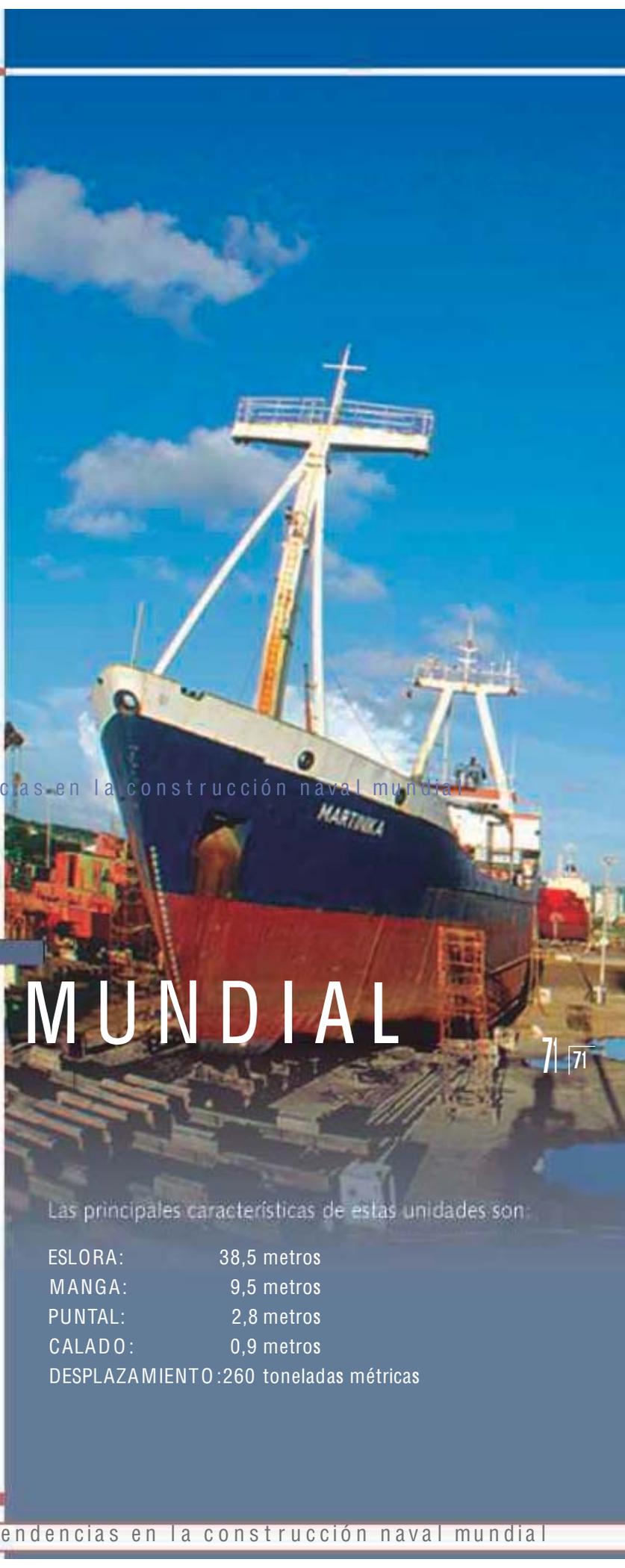
Tendencias en la construcción naval mundial-Tendencias en la construcción naval mundial

NAVAL

diseñado y construido un remolcador de bahía para la Base Naval ARC Bolívar y una lancha de alta velocidad para el Cuerpo de Guardacostas de la ARC. Las características más importantes de algunos de estos proyectos son:

BUQUES NODRIZAS PARA LA ARMADA NACIONAL

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una serie de 10 buques de guerra tipo nodriza fluvial, cuya misión es la de dar apoyo a los Elementos de Combate Fluvial de la Brigada de Infantería de Marina, los cuales operan los ríos que bañan apartadas zonas de la geografía nacional, que son utilizados por los grupos terroristas y narcotraficantes como principales vías de



MUNDIAL

71 | 71

Las principales características de estas unidades son:

ESLORA:	38,5 metros
MANGA:	9,5 metros
PUNTAL:	2,8 metros
CALADO:	0,9 metros
DESPLAZAMIENTO:	260 toneladas métricas

transporte.

El proyecto inició en el año 1996 y ya se han entregado las dos primeras unidades, las cuales están operando en los ríos Atrato y Magdalena. En el presente año, Cotecmar, entregará el tercero y el cuarto buques de esta serie de 10.

Su casco está construido en acero naval, adicionalmente está protegido con acero balístico, resguardando los espacios habitacionales, maquinaria y equipos.

Este proyecto constituye el punto de partida para otros futuros que tienen como propósito la navegación fluvial, como son el transporte multimodal en el río Magdalena, buques hospitales para zonas retiradas y proyectos turísticos una vez derrotemos a los violentos.

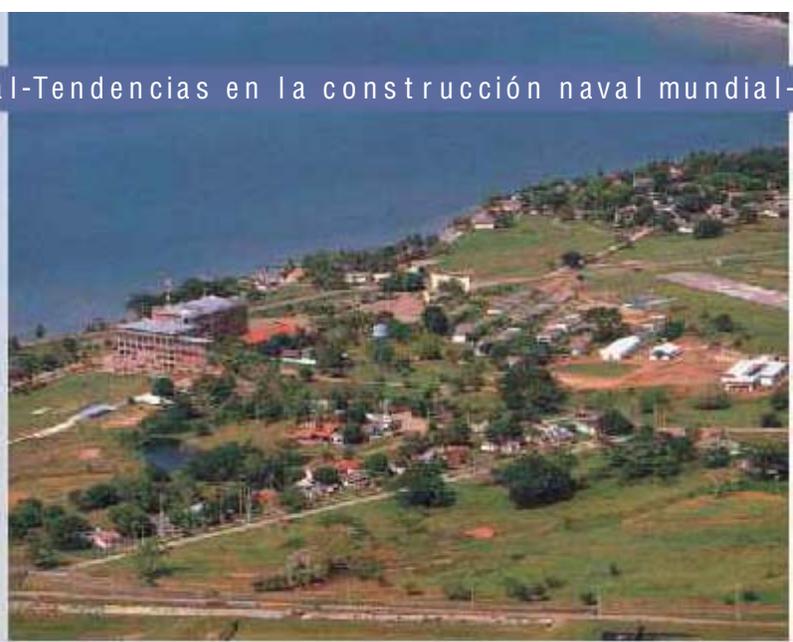
SISTEMA FLOTANTE DE CAPTACIÓN DE AGUA DEL RÍO MAGDALENA PARA LA REFINERÍA DE ECOPETROL EN BARRANCABERMEJA

El proyecto, consistió en el diseño, adquisición de equipos, construcción, pruebas y puesta en funcionamiento de un sistema flotante, el cual toma agua del río Magdalena y la entrega a la Refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja, a una rata de 19.000 galones por minuto. Este fluido es requerido para los sistemas de enfriamiento, contra incendio y acueducto del complejo petrolero.

La plataforma consta de tres canales abiertos al río, diseñada según normas del Hydraulic Institute, HI, sobre la que están dispuestas seis bombas centrífugas verticales sumergidas, cinco de ellas accionadas por motores eléctricos de media tensión y una accionada por un motor Diesel.

La plataforma está diseñada para operar en forma desatendida, para lo cual el sistema de tuberías principal, está equipado con válvulas motorizadas y su operación es controlada por un PLC local a bordo, interconectado con un PLC maestro en tierra, comunicado por fibra óptica.

Para permitir el mantenimiento a bordo, la plataforma flotante, está equipada con un puente grúa de cinco toneladas. La estabilidad de esta plataforma industrial, fue un reto importante, por cuanto está sujeta a movimiento de pesos a bordo, tanto sólidos como los mismos fluidos en movimiento, fuerzas externas como las ejercidas por las



amarras al muelle y por posibles averías producto de accidentes o ataques.

En la actualidad se encuentra operando en el complejo petrolero en forma satisfactoria con las prestaciones proyectadas.

BUQUE REMOLCADOR DE BAHÍA PARA LA BASE NAVAL ARC BOLÍVAR

El proyecto consistió en el diseño y construcción de un buque remolcador de Bahía para la Base Naval ARC Bolívar en Cartagena.

El buque fue entregado en el mes de diciembre del año 2001, tiene una capacidad de empuje de 7 toneladas a punto fijo (Bollard Pull) y su sistema propulsor está compuesto por dos motores Diesel de 270 HP, 1.800 RPM y dos hélices tipo Kaplan alojadas en toberas aceleradoras de bajo coeficiente de arrastre.

En este proyecto, por primera vez, se hizo el ensamble completo de la estructura del casco y de sus equipos y sistemas en CAD de tres dimensiones.

PROYECCION DE COTECMAR

Cotecmar, a lo largo de estos seis años, ha adquirido indudablemente un conocimiento y una experiencia que le han permitido mejorar los procesos de diseño, adquisiciones de material y equipos, construcción, entrega y puesta en servicio de sus nuevas construcciones. Sin embargo, el camino por recorrer es

muy largo para llegar a posicionarse internacionalmente.

La estrategia de construcción que ha venido empleando es básicamente la tradicional, es decir, iniciando con la colocación de la quilla en la cuna de construcción hasta culminar la estructura, instalar equipos y sistemas y luego poner el buque a flote para terminar el proyecto. Esa forma de construir, es la adecuada cuando no se tiene la tecnología para desarrollar una construcción modular. La oficina de diseño del astillero se ha venido fortaleciendo, no solamente por el conocimiento adquirido, sino por que ha obtenido herramientas informáticas que le han permitido mejorar sus procesos. Es así como en la última fase de diseño de los buques nodrizas, se incorporaron programas informáticos que representaron un avance tecnológico importante, logrando la integración al tren de producción de manera gradual con resultados muy satisfactorios, redundando en ahorros sustanciales de tiempo, material, disminución de márgenes e incertidumbre en las diferentes etapas del diseño.

Estos programas empleados por la oficina de diseño del astillero son:

Fast-Ship:	Generación y alisado de líneas de forma del casco.
Ship-Cam:	Desarrollo de superficies de casco.
NC-Pyros:	Generación de lenguaje para máquina de corte con control numérico.
GHS:	Cálculo de curvas hidrostáticas, estabilidad intacta y en averías y condiciones de carga.
Navcad:	Predicción de resistencia al avance y potencia, selección y optimización de hélices.
Maestro:	Cálculo estructural por elementos finitos.
Autocad:	Diseño asistido por computador, planos en general.

Como parte del proceso de mejoramiento continuo, fundamentado en investigación y desarrollo, durante la construcción del buque balizador y de la plataforma flotante de bombeo, se desarrollaron algunas actividades que tenían por objeto comprobar los diseños y obtener el conocimiento necesario para hacer la transición hacia la construcción modular. En estos dos últimos proyectos, se desarrollaron trabajos de prefabricaciones de paneles en taller, los cuales se iban incorporando o ensamblando en la cuna de construcción, al igual que se construyeron módulos de manera independiente, que luego fueron ensamblados con la estructura global. Así mismo se implementaron nuevos



procesos para transformación del acero. Se incorporó al tren de producción una máquina de corte con control numérico, con un alto rendimiento y excelente acabado que eliminó el cuello de botella del trazado y corte manual del acero, se implementaron igualmente procesos de soldadura que mejoraron la productividad, tal como el GMAW y en general se ha ido armonizando el cambio en el diseño con el cambio en la producción.

Hay que vencer grandes retos: en primer lugar, la infraestructura requerida para el tipo de construcción planteada no existe. En astilleros de porte mediano se manejan módulos hasta de 50 toneladas, por lo tanto las dimensiones de los talleres de montaje son considerables, al igual que las facilidades que deben tener como son medios de levante, servicios de aire, energía, gases de soldadura, corte, etc. Éste es un proceso que debe darse, si la Corporación pretende ser competitiva y posicionarse en el contexto internacional.

La Armada Nacional ha entendido la importancia estratégica de la industria naval y ha materializado sus planes de desarrollo con la creación de Cotecmar. Esta corporación, ha integrado los esfuerzos de la Armada Nacional y la academia Colombiana, por lo tanto la obtención del conocimiento necesario para el desarrollo tecnológico y científico está garantizado, en la medida que las partes demuestren voluntad y capacidad de buscarlo.

Como dice el ex presidente Alfonso López Michelsen en su columna de opinión en el diario El Tiempo el domingo 14 de Abril de 2002: "Para ser pobre o rico un país dependerá en mayor grado de su nivel tecnológico, que de las ventajas que le depara la naturaleza..."

Como lo explica el ex presidente López, el verdadero capital de Colombia está en su gente, en la capacidad de generar conocimiento y aplicarlo en el aprovechamiento y transformación de sus recursos naturales, de tal forma que se le dé un valor agregado antes de ser exportados.

El gremio de ingenieros, hoy reunidos, representa en gran parte esa masa crítica que constituye el capital más importante de nuestro país; Cotecmar, como miembro de la comunidad científica y tecnológica de Colombia, confía en el País en un momento en el que muchos empresarios lo abandonan en busca de mejores condiciones.



La Armada Nacional está presente en los adelantos tecnológicos de construcciones navales en el mundo.



Una visión de los logros de nuestros ingenieros.

