año LXXXVIV ▪ N.° 991

INGENIERIA NAVAL

mayo/junio 2020

Revista del sector Marítimo

gobierno • construcción naval

sumario

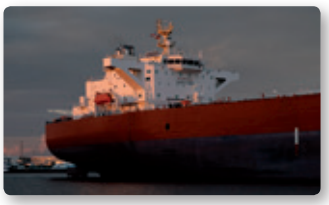
INGENIERIA NAVAL
año LXXXVIV ▪ N.° 991
mayo/junio 2020

7 editorial / *editorial comment*

8 coyuntura del sector naval
shipping and shipbuilding news

"Pandemias.Navigare necesse est, vivere est non necesse", por José-Esteban Pérez García

17 observatorio / *observatory*



"Otra vez a vueltas con el precio del combustible", por G. Polo y D. Díaz

24 construcción naval / *shipbuilding*

28 gobierno y maniobra / *steering and manoeuvre*

31 medio ambiente / *environment*

36 buques 4.0 / *vessels 4.0*

38 enermar / *renewable energy*

41 náutica / *nautical*

43 oil&gas / *oil&gas*

45 noticias / *news*

62 nuestras instituciones / *our institutions*

Mi visión particular de la profesión. "El ingeniero naval como creador del hábitat abordo"

79 Blog de Exponav: de Nereidas a Buques

"Los "BUQUES": la convivencia y la "VIDA A BORDO"", por R. Villa.

"CONVERSIONES" de "BUQUES", por R. Villa

89 artículo técnico / *technical article*

"Claves para la mudanza tecnológica del sector naval español ante los retos de la industria 4.0" por Fernando Miguélez García

"Diseño orientado a la operatividad y el ciclo de vida. Safety y Sostenimiento", por J. Arcusa Miranda y Mª T. Llorente Moreno

113 clasificados / *directory*

WIRESA

PRÓXIMO NÚMERO / COMMING ISSUE

Ingeniería. Formación. Sociedades de clasificación
Engineering. Training. Classification Societies

Consejo Técnico Asesor

D. Francisco de Bartolomé Guijosa
D. Manuel Carlier de Lavalle
D. Diego Colón de Carvajal Gorosabel
D. Luis Francisco García de España
D. Víctor González
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado
D. José Antonio Lagares Fernández
D. Nandi Lorensu Jaesuria
D. Agustín Montes Martín
D. Francisco Javier del Moral Hernández
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. José Esteban Pérez García
D. Gonzalo Pérez Gómez
D. Mariano Pérez Sobrino
D. Gerardo Polo Sánchez
D. José María Sánchez Carrión
D. Jesús Valle Cabezas
D. Fernando Yllescas Ortiz

Galería de imágenes

Botadura del crucero de expedición polar *Ultramarine* de Quark Expeditions

Se trata del Ultramarine de Quark Expeditions que está siendo construido en el astillero de Brodosplit (Split, Croacia). La botadura tuvo lugar el pasado 16 de mayo de 2020.

https://bit.ly/36xgbfW

El buque grúa a GNL Sleipnir completa el desmantelamiento de Ekofisk 2/4A

A principios de mayo de 2020, el buque grúa semisumergible a GNL Sleipnir de Heerema Marine Contractors completó el desmantelamiento de la plataforma Ekofisk 2/4A.

https://bit.ly/2A8vLCK

Noticias

Nueva embarcación para acuicultura de Damen

Las tareas para las que se ha diseñado esta embarcación son las de limpieza de jaulas, apoyo a buceadores, de recolección y hasta el procesado del pescado.

ttps://bit.ly/36tElYM

Corea del Sur comienza la construcción de un buque de suministro de GNL

Corea del Sur ha comenzado a construir el que será su primer buque íntegramente nacional de suministro (bunkering) de gas natural licuado como parte del proyecto respaldado por el ministerio de océanos y pesca.

https://bit.ly/35OFDNU

Enermar

China instala su primer aerogenerador offshore de 8 MW de fabricación 100% nacional

China avanza rápidamente en el desarrollo de sus propios aerogeneradores para el sector eólico offshore.

https://bit.ly/2zkvJI5

Borssele 1 y 2 entrega sus primeros megavatios

Borssele 1 y 2 estará operativo a finales de este año. Tendrá 94 aerogeneradores Siemens Gamesa de 8 MW y suministrará energía renovable equivalente al consumo anual de un millón de hogares.

https://bit.ly/2SWrBEC

http://www.facebook.com/groups/ingenierosnavales

http://linkd.in/13n4zoS

http://twitter.com/ingnaval

staff

año LXXXVIV • N.º 991

INGENIERIA NAVAL

mayo/junio 2020

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. Fundada en 1929 por Aureo Fernández Ávila, I.N.

Presidente de AINE y de la Comisión de la Revista
José de Lara Rey, Dr. I.N.

Vocales de la Comisión de la Revista
Raúl Villa Caro, Dr. I.N.
Jorge Pla Peralonso, I.N.

Asesor
Francisco Archanco Fernández, I.N.

Redacción
Verónica Abad Soto, I.N. (Redactora Jefe)

Publicidad
Dirección Comercial Baupress, S.L.
Rafael Crespo Fortún
Tels.: 915 102 059 / 609 117 340
Fax: 915 102 279

Administración
Noemí Cezón López

Dirección
Castelló, 66 - 28001 Madrid
Tels.: 915 751 024 / 915 771 678
e-mail: revista@sectormaritimo.es
www.sectormaritimo.es

Diseño y maquetación
DiseñoPar Publicidad S.L.U.
Tel.: 912 235 650 / 616 948 610
www.parpubli.com

Impresión
Imedisa Material de Oficina, S.L.
Tel: 914861606

Suscripción Anual / *Subscription Fee (2020)*:

Electrónica general	70,00 €
Electrónica estudiantes	35,00 €
Papel + electrónica (sólo España)	90,00 €

Notas:

No se devuelven los originales. La Revista de Ingeniería Naval es una publicación plural, por lo que no necesariamente comparte las opiniones vertidas por sus colaboradores en los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados, ni se identifica con ellos, y sin que esta Revista, por su publicación, se haga en ningún caso responsable de aquellas opiniones. Los firmantes de los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados son autores independientes y los únicos responsables de sus contenidos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia, pero no la distribución de la revista por ningún tipo de medio (electrónico y/o físico).

Publicación mensual
ISSN: 0020-1073
Depósito Legal: M 51 - 1958

"CONVERSIONES" de "BUQUES"

Por R. Villa, Dr. I. N. nº 2943

Las conversiones de buques consisten en modificaciones sustanciales de las características principales de los mismos, es decir, de la disposición general, del sistema de carga o pesca, o del equipo propulsor. A diferencia de las nuevas construcciones, las transformaciones son operaciones que se realizan sobre buques ya existentes, por lo que se aproximan más a las reparaciones. Sin embargo, se diferencian de éstas últimas, en que conllevan gran volumen de horas de ingeniería, factor que por otro lado las asemeja más al proceso de las nuevas construcciones.

En España, en la actualidad, ASTANDER es el único astillero que de forma casi exclusiva se dedica a estos grandes proyectos, exceptuando el tema de yates, que lo llevan a cabo de manera comercial en Barcelona y Mallorca. De manera general Astander es el único astillero que oferta estos trabajos en grandes buques mercantes en España, aunque también existen pequeños astilleros, tales como Nodosa, Freire o Armón, que realizan, o han realizado, transformaciones de pesqueros (pequeños alargamientos). En el pasado BAZÁN/IZAR también llevó a cabo conversiones de buques off-shore, e incluso de barcos de pasaje.

Figura 1. Conversión del Anne Risley (Fuente: Astander)

INTRODUCCIÓN:

De la información relatada en el encabezamiento de este artículo se puede llegar a la conclusión de que las transformaciones suponen una alternativa a las nuevas construcciones, dando una respuesta ágil a la demanda del mercado, mediante la modificación de buques existentes, con soluciones a menor coste y llevadas a cabo en un intervalo de tiempo menor al que sería necesario para construir un buque nuevo.

Por su lado, el SOLAS (seguridad de la vida humana en la mar) considera una transformación a cualquier cambio que altere sustancialmente las dimensiones de un buque, como es el caso del alargamiento del barco por la inserción de un nuevo cuerpo central. Añade el SOLAS, que en esa situación el buque deberá cumplir todos los requisitos exigidos en el capítulo II de dicho reglamento, en lo referente a construcción, prevención, detección y extinción de incendios.

Además, también indica, en su capítulo II-2, que en aquellas reformas y modificaciones en que se alteren considerablemente las dimensiones de un buque o los espacios de alojamiento de los pasajeros, o se aumente sustancialmente la duración del servicio del buque, se deberán cumplir igualmente

Figura 2. Conversiones de buques (Fuente: IZAR)

las prescripciones exigidas en el citado reglamento. Obviamente, esas conversiones deberán llevarse a cabo a satisfacción de los inspectores de las SSCC (Sociedades de Clasificación) y conforme a sus reglas.

TRANSFORMACIONES MÁS HABITUALES. LOS SUPERPETROLEROS:

Dentro de todas las posibles conversiones de buques que podrían existir, de entre todas ellas, destacaría como las más habituales, las de los "alargamientos". Los aumentos de la eslora (alargamientos) de petroleros fueron bastante frecuentes a finales de los años sesenta cuando se produjo un aumento espectacular del tamaño de este tipo de buques, coincidiendo con el cierre del canal de Suez. Recordar, repasando un poco la historia que, en 1967, tras desatarse la Guerra de los Seis Días, se produjeron en la zona de Egipto actos de hundimientos de barcos que provocaron un nuevo bloqueo del canal de Suez (diez años antes hubo otro), pero esta vez mucho más potente que el anterior. Fueron ocho años de cierre, periodo durante el cual varios buques quedaron atrapados en su interior, hasta que en junio de 1975 se produjo finalmente su reapertura.

Durante aquella época se pensaba que construir superpetroleros, que tenían que llevar a cabo una ruta más larga, bordeando el continente africano, era una buena inversión. Se construyeron buques de 500.000 toneladas de peso muerto, y se llegó a pensar en construirlos hasta de un millón de toneladas, pero la reapertura de Suez acabó con aquel sueño.

Otro tipo de transformación de buque muy conocida es la denominada "Retrofitting", y consiste en realizar al buque obras de adaptación a normativas MARPOL, tales como la implantación de sistemas de tratamiento de aguas de lastre, sistemas de reducción de las emisiones de azufre de los combustibles (scrubbers), etcétera

Se debe destacar que también se han efectuado alargamientos de buques graneleros (bulkcarriers), y por supuesto de barcos de pasaje, o incluso de pesqueros, que obviamente podrían ir acompañados de aumento de puntales y mangas, por exigencias de la estabilidad. Otros tipos de transformaciones pasadas, realizadas por BAZÁN-IZAR, de buques off-shore, se pueden observar en la figura 2.

EL BUQUE DE MAYOR ESLORA Y CAPACIDAD DE LA HISTORIA:

En 1976, en Japón, comenzó la construcción de un buque petrolero llamado "Porthos". Después, en 1979, fue revendido a un magnate de Hong Kong llamado Tung Chao Yung, quien quiso aumentar las dimensiones principales del barco para poder incrementar la capacidad de carga, buscando el objetivo de llegar a poseer el buque petrolero de mayor capacidad del mundo. En 1981 este buque llevaba a cabo su primera singladura como buque "modificado", ya bajo otro nombre, el "Seawise Giant".

Este monstruo del transporte marítimo se convirtió en el barco de mayor eslora de la historia jamás construido, una vez que fue cortado en dos y se le insertó una sección de 81 metros de eslora. Obviamente, con aquellas dimensiones, y un **calado de 24,6 metros**, no podía atravesar el Canal de Panamá. Sus **458 metros de eslora y 69 metros de manga**, se lo impedían. En condición de máxima carga, su **desplazamiento** era de **657.019 toneladas**, es decir, probablemente el buque con mayor desplazamiento de la historia.

El que fuera el petrolero más grande de la historia (hoy en día ya ha sido desguazado), tuvo una vida operativa de 31 años, aunque a partir de 1986 fue usado como un gran almacén flotante (FSO), para Irán, durante su guerra contra Irak. Dos años después, en 1988, fue atacado por aviones iraquíes resultando muy dañado.

Cuando la guerra terminó, a finales de 1989, fue comprado por una compañía noruega, que lo reparó en Singapur y le bautizó con su siguiente nombre, el Happy Giant. Al finalizar las reparaciones, el buque cambió de nuevo de dueño, y lo adquirió Jorgen Jahre, de la compañía First Olsen Tankers. Y cómo no, le

bautizaron de nuevo. En ese momento pasó a denominarse Jahre Viking, y probablemente ese fue el nombre con el que el buque fue más conocido.

Finalmente fue vendido a una compañía india de desguace de buques, quien lo renombró como "Mont" (último nombre, y casi desconocido) para su viaje final en diciembre de 2009. Fue varado en Alang (India) para proceder a su desguace. Su ancla de 36 toneladas fue guardada y enviada al museo marítimo de Hong Kong para su exposición.

TRANSFORMACIONES DE BUQUES DE PASAJE. PRINSESSE RAGNHILD:

En la primera planta del Museo de la Construcción Naval (Exponav) tenemos una maqueta del buque de pasaje *Prinsesse Ragnhild* que supuso todo un reto para los astilleros de nuestro país en los años noventa. Este buque tipo RO-PAX, fue construido en 1981, y fue botado bajo ese nombre para la naviera noruega *Jahre Line*. Posteriormente, en 1990 fue adquirido por la naviera "Color Line", quien decidió que quería aumentar la capacidad del mismo para poder alojar a más pasajeros. Para ello se debía aumentar la eslora en 35 metros, transformación que se hizo en los años 1991 y 1992 en Astilleros Españoles de Cádiz.

La transformación exacta consistió en aumentar la eslora de 170 m a 205 m, la manga de 24 m a 26,60 m, y el calado de 5,80 m a 6,10 m. El aumento de la eslora se llevó a cabo mediante un corte transversal y la inclusión de un nuevo bloque central que le sirvió para poder disponer de un atrio de nueve cubiertas y una ampliación de camarotes para poder alojar 908 pasajeros adicionales, aumentando la capacidad del pasaje de 892 personas antes de la reforma, a 1.900 pasajeros después de la misma.

La inserción del nuevo cuerpo central se llevó a cabo en la factoría de Cádiz. El buque se cortó por la sección maestra, desplazando hacia proa el cuerpo proel y moviendo transversalmente el nuevo cuerpo hasta dejarlo preparado para su unión.

La maniobra se llevó a cabo en seco. En abril de 1994 en una entrevista en la revista de Ingeniería Naval, Carlos Arias Rodrigo, doctor ingeniero naval y encargado de la ingeniería de aquella transformación, contaba que aquella modificación había significado el reto más importante que había acometido en su carrera hasta aquel momento.

La conversión del Prinsesse Ragnhild, para doblar la capacidad para el pasaje, supuso todo un reto para Astilleros Españoles, y se llevó a cabo en sólo seis meses, periodo en el que fueron observados por todo el mercado marítimo internacional. Tras la obra, el buque disponía de camarotes y servicios del más alto nivel de lujo y seguridad, y fue inspeccionado por la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas (DNV).

Figuras 3 y 4. Aumento de dimensiones Seawise Giant

GESTIÓN DE AGUAS DE LASTRE:

Como ya sabemos, el agua de los tanques de lastre se utiliza para adrizar y estabilizar los buques. Estos cargan agua de lastre en sus tanques para mantener unas condiciones operacionales seguras durante las navegaciones.

Esto mejora la estabilidad, la propulsión y la maniobrabilidad, y compensa las diferencias de peso en el buque provocadas por el consumo de combustible y agua durante el viaje.

Pero el gran volumen del tráfico de buques en las últimas décadas trajo consigo el problema de las especies invasoras que se colaban en el agua de lastre de los buques y aparecían en otras zonas, acabando con especies autóctonas y convirtiéndose en una de las mayores amenazas al bienestar ecológico y económico del planeta (una de las especies amenazadas ha sido el berberecho gallego).

Por ello la OMI tomó cartas en el asunto, y en octubre de 2017 entró en vigor el convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM, en siglas en inglés), según el cual todos los buques dedicados al transporte marítimo internacional deben llevar a cabo una gestión de su agua de lastre y sedimentos, mediante los equipos necesarios.

Por ello es necesaria la implementación en los buques existentes de un sistema de tratamiento de aguas de lastre certificado por la IMO (y la USCG) para que los barcos puedan ir a cualquier parte del mundo. Esta conversión

Figura 5. Ancla del Mont en museo

Figura 6. Maqueta del *Prinsesse Ragnhild*

Figura 7. Alargamiento del *Prinsesse Ragnhild*

exige una transformación tipo "Retrofitting", consistente en la inclusión en un astillero de un sistema adecuado de tratamiento.

INSTALACIÓN DE "SCRUBBERS" o TORRES DE LAVADO:

Los scrubbers (torres de lavado de gases) son sistemas de depuración de emisiones atmosféricas. Gracias a su tecnología, capturan las emisiones de azufre que emiten los barcos en aras de cumplir las exigencias que entraron en vigor el 1 de enero de 2020, de solo poder emitir el 0,5% de azufre. El "scrubber" tiene forma de depósito cilíndrico, captura el gas y mediante un líquido, neutraliza los componentes contaminantes.

Este líquido puede ser agua, un reactivo químico o una mezcla de ambos, dependiendo de los contaminantes a tratar. Así, obtenemos un gas limpio, sin toxicidad y cuyas emisiones no perjudican a la atmósfera.

Es necesario montar una scrubber para cada motor, de manera que, considerando un buque con un motor principal (de propulsión) y tres auxiliares (de generación eléctrica), necesitará cuatro scrubbers. Las obras de instalación exigen una nueva cámara de bombas para dar servicio a los cuatro scrubbers. Para colocar los scrubbers primero es necesario vaciar el guardacalor, desde la cámara de máquinas hasta la salida de la chimenea, donde se ubican los escapes y diversos sistemas de tubería, y después volver a montar todo.

ASTILLEROS DE SANTANDER. ASTANDER:

Astander es un astillero pionero en proyectos singulares y de valor añadido para los armadores. El astillero cántabro ha demostrado ser capaz de obtener un buen nivel técnico con trabajadores de la zona y españoles, sin tener nada que envidiar a astilleros europeos y asiáticos, lo que le hace tener una amplia cartera de pedidos, y el astillero en continua plena ocupación.

Astilleros de Santander es la continuación de los Reales Astilleros de Guarnizo, ya que, aunque cambió su nombre y localización, el núcleo poblacional y de influencia es el mismo. Ya en 1913, la sociedad tomó el nombre que le acompaña en la actualidad.

De 1965 a 1999 formó parte del grupo de empresas públicas conocido como 'Astilleros Españoles' o del Banco de Santander, hasta que ese último año se privatizó y entró a formar parte de 'Astican', radicada en Las Palmas y que también fue privatizada diez años antes que la factoría cántabra. 'Astican' y

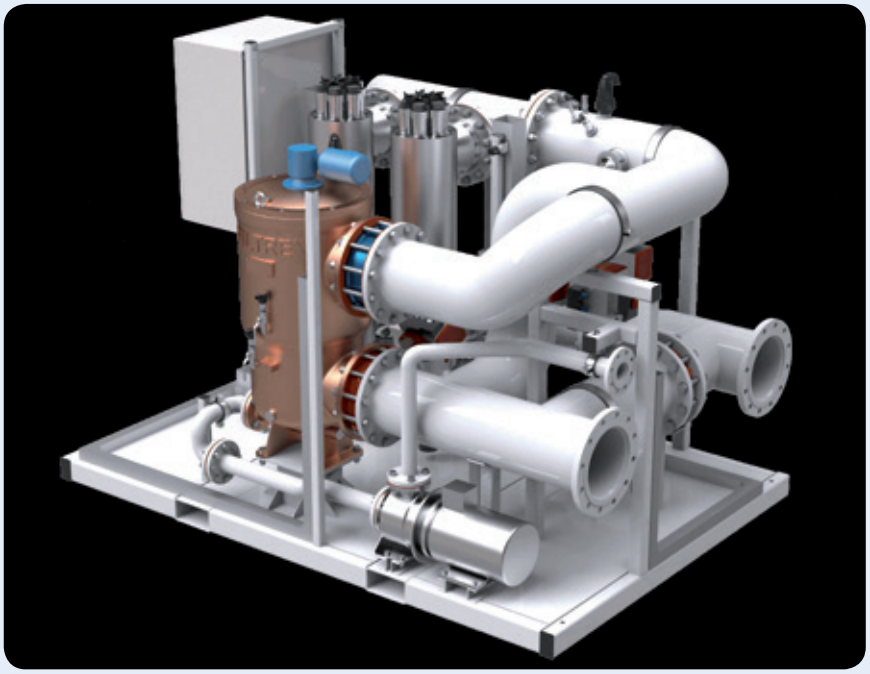


Figura 8. Equipo para tratamiento agua de lastre (Fuente: Cathelco)

Figura 11. Panorámica de Astander (Fuente: Astander)

Figura 12. Visita de alumnos de la EPS de Ferrol a Astander

Figuras 9 y 10. Instalación de un scrubber (Fuente: Astander)

'Astander' pertenecen al grupo 'Lavinia', uno de los grupos navieros más importantes de Europa.

Juan Luis Sánchez Echevarría, actual director de Astander, me recibió a primeros de marzo de este año junto a un grupo de alumnos de ingeniería naval y oceánica de Ferrol (UDC), e indicó que Astander ha logrado convertirse en un referente internacional, realizando todo tipo de reparaciones y transformaciones de buques, siendo capaz de ejecutar las más complejas y sofisticadas conversiones. Añadió además que, en los últimos años, Astander se ha especializado en la instalación de scrubbers, siendo uno de los pocos astilleros europeos en acometer este tipo de obras.

También indicó que el astillero tiene dos diques de 230×32 metros (recientemente ampliado para poder recibir a los antiguos buques Panamax) y de 160×23 metros, respectivamente, y un carro varadero para buques de hasta 80 metros de eslora. Además, cuenta con 800 metros de muelles para pruebas y reparaciones a flote, con un calado de 6,5 metros, dotados de grúas de hasta 200 toneladas de capacidad de elevación.

Antes de despedirme recomiendo la visualización de este vídeo sobre alargamiento de buques, en "timelapse", del crucero Braemar en los astilleros Blohm & Voss (Hamburgo), en enero 2014, tras dos meses de trabajo: https://youtu.be/QirVr-pEVU4 ■