

Embarcaciones para transporte de ganado en pie en la zona del delta medio, con propulsión basada en energías sustentables

Martín D'Elía¹, Rubén Altieri², Marcelo Olivero³, Máximo Mavica¹, Cesar Legaspi¹, Nancy Figueroa¹

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, Av. Medrano 951, (C1179 AAQ), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

1 Departamento de Ingeniería Naval

2 Departamento de Ingeniería Mecánica

3 Departamento de Ingeniería Industrial

nnfigueroa@gmail.com

Recibido el 17 de julio de 2021, aprobado el 29 de agosto de 2021

Resumen

Como una consecuencia del Acuerdo de París, el transporte mundial debe atender a la premisa de bajar sensiblemente las emisiones por derivados del petróleo. Argentina tiene áreas protegidas desde el punto de vista medioambiental y además económicamente frágiles, pero de gran potencial, como lo es el delta medio. Con esta investigación se trata de proponer una embarcación para transporte de ganado en pie, para el Delta Medio de costo asequible a los productores ganaderos de medianos recursos y con propulsión basada en energías sustentables. Para llegar a este objetivo se utilizará la metodología propia del diseño tecnológico al que se suma las particularidades del proyecto de buques. Se espera poder arribar a un proyecto que muestre la posibilidad de implementar las energías sustentables y cuya construcción sea factible para mejorar la logística de la región con un medio de transporte adecuado a las características geográficas y económicas de la zona.

PALABRAS CLAVE: BUQUE - GANADO - CFD - DELTA MEDIO - ENERGÍAS SUSTENTABLES

Abstract

Because of the Paris Agreement, world transport must meet the premise of significantly lowering emissions from petroleum derivatives. Argentina has protected areas from the environmental point of view and also economically fragile, but with great potential, such as the middle delta. The aim of this research is to propose a vessel for the transport of livestock on foot, for the Middle Delta at an affordable cost to medium-income livestock producers and with propulsion based on sustainable energy. To reach this objective, the methodology of technological design will be used, to which is added the particularities of the ship project. It is expected to arrive at a project that shows the possibility of implementing sustainable energies and whose construction is feasible to improve the logistics of the region with a means of transport appropriate to the geographical and economic characteristics of the area.

KEYWORDS: SHIP - LIVESTOCK - CFD - MIDDLE DELTA - ENERGY SUSTAINABLE

Introducción

La zona del Delta Medio posee considerables posibilidades para el desarrollo de la ganadería por su clima, la disponibilidad de agua y sus pasturas. Esta región está encuadrada dentro de la categoría de “humedal” y de los diversos paisajes de humedales, este presenta un particular valor tanto económico como medioambiental y por ello está protegido por ley.

A pesar de tener buenas vías navegables, pues como delta se encuentra atravesado por cursos de ríos y riachos que favorecen el transporte fluvial, las mismas están sub-aprovechadas en la escala de los pequeños productores. Es posible mejorar la disponibilidad de transporte, logrando abaratar la logística y teniendo además un recurso de evacuación en caso de las inundaciones que se producen con relativa frecuencia y que ocasionan pérdidas de animales.

Hasta el momento no existe un medio que contemple la integración de un buque ganadero con una propulsión basada en energías sustentables para la zona del delta medio, por lo que en este trabajo se presenta un plan de trabajo cuyo objetivo es el de diseñar una embarcación autopropulsada, para transporte de ganado, de bajo costo, con incorporación de energías sustentables.

Se busca entonces, un medio de navegación fluvial, que responda a las necesidades de cuidado del medio ambiente y por ello se incorporará un tipo de energía sustentable que surgirá del estado del arte. Además, se espera que este barco dé una respuesta a los productores de medianos recursos ya sea para el traslado de ganado hacia los centros de producción en una logística comodal como para los casos de emergencia durante las inundaciones.

También se presentan los conceptos nodales sobre los que se basa esta propuesta, los objetivos específicos, la metodología a llevar a cabo y la contribución que se espera con la ejecución de este proyecto.

Objetivos

Este plan persigue lograr los siguientes objetivos:

Objetivo general:

. Diseñar una embarcación autopropulsada, para transporte de ganado, de bajo costo, con incorporación de energías sustentables.

Objetivos específicos

- . Relevar mediante información publicada, entrevistas y encuestas los requerimientos de usuarios y características geográficas de la zona
- . Determinar mediante CFD de las carenas tipo barcaza adaptables a los requerimientos del buque ganadero
- . Determinar las características de resistencia al avance y maniobrabilidad del buque ganadero
- . Definir las características de las instalaciones apropiadas para la generación de energía del tipo renovables
- . Confirmar las características y comportamiento del buque mediante ensayos de modelo en Canal de Experiencias de Arquitectura Naval CEAN de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería

Estos objetivos, están sustentados en los conceptos nodales que se expresan en los apartados siguientes

La Navegación fluvial y la logística

El transporte fluvial tuvo sus inicios desde el momento en que los pueblos como unidades económicas comenzaron a tener excedentes en sus producciones agrícolas y artesanales. Los cursos de aguas naturales y las embarcaciones fueron los que facilitaron el intercambio de mercaderías entre asentamientos de culturas no nómades.

El transporte fluvial permite movilizar mercancía y personas a través de ríos, cuencas, lagos y desembocaduras de aguas navegables, que fluyen en territorios habitables como los pueblos y las grandes ciudades productoras en agricultura, ganadería y refinerías petrolera. Es el modo de transporte más utilizado en la cadena logística para el comercio exterior. (Barrios Romero, 2020)

Toda vez que el intercambio se complejiza aparece el concepto de Logística. Una “cadena logística” es parte de la gestión de una cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo de un producto determinado desde el punto de origen al punto de consumo, con el objetivo de satisfacer los requerimientos del consumidor final. (Ljungberg, 2007)

Un elemento clave en una cadena logística es el sistema de transporte, debido a que es un componente esencial y una actividad estratégica para toda industria. (Tseng, 2005)

Puede decirse también que una cadena logística, se enriquece y se vuelve más eficaz cuando de acuerdo a la extensión territorial y las zonas productoras se implementa desde una comprensión que impulse la multimodalidad y la intermodalidad en el transporte, es decir, que impulse la comodabilidad.

La comodabilidad es el uso de un modo o combinación intermodal para un viaje o grupo de viajes, de personas o mercancías, que maximiza la eficiencia del trayecto. La comodabilidad, por tanto, busca la integración y complementariedad modal bajo estándares eficientes, competitivos y sostenibles, poniendo el énfasis en las necesidades del usuario por sobre el modo de transporte que utiliza.

La sustentabilidad de la navegación desde el punto de vista del medio ambiente

Regulaciones

Como una consecuencia del Acuerdo de París, que es el primer acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático se establece la Conferencia sobre el Clima de París (COP21) adoptada en noviembre de 2016¹ y su efecto: el Objetivo de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS 13): Acción por el clima, la Organización Marítima Internacional (OMI²) inició la formalización de la estrategia de descarbonización en el ámbito de los buques, con una estrategia inicial refrendada por los países pertenecientes en el Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) durante su 72º periodo de sesiones en la sede de la OMI en Londres, Reino Unido. La consigna es:

"alcanzar lo antes posible el máximo de las emisiones de GEI (gases efecto invernadero) procedentes del transporte marítimo internacional y reducir el total de las emisiones de GEI anuales en al menos un 50 % de aquí a 2050 comparado con los niveles de 2008, prosiguiendo al mismo tiempo los esfuerzos para suprimirlas gradualmente como se prevé en la Visión como punto en el camino de reducción de las emisiones de CO₂ acorde con el Acuerdo de París.

1 Se produce con la adhesión de la UE

2 IMO en sus siglas en inglés

Ya en el 76° periodo de sesiones (10-17 de junio de 2021) el MEPC aprobó las enmiendas al Anexo VI³ del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL) que obligarán a los buques a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas enmiendas combinan enfoques técnicos y operativos para mejorar la eficiencia energética los buques, en consonancia con la Estrategia inicial de la OMI para la reducción de los GEI.

Zonas ECA

La OMI, como una estrategia para reducir las emisiones (Rodríguez Aguinaga, A., 2020) de los buques derivadas de la utilización de combustibles con azufre, implementó las denominadas Zonas ECA, que son áreas donde existe un control de los gases emitidos por los buques. Dentro de ellas los buques que utilicen fueloil en la máquina principal y auxiliares tendrán que sustituirlo por otro que tenga bajo contenido en sulfuro. En las siguiente Tabla se muestran los límites máximos permitidos.

En Argentina

Argentina, como miembro de la OMI, ha adherido al Convenio MARPOL y sus enmiendas por lo que se espera que el congreso argentino sancione la adhesión a la enmienda aprobada en el 76° periodo.

Estas estrategias deben ser llevadas al ámbito fluvial y la autoridad de bandera, en este caso la Prefectura Naval Argentina, es la encargada de formalizar a través de sus reglamentos las recomendaciones de OMI.

Tabla 1. Límites máximos permitidos de SO_x y NO_x dentro y fuera de las zonas ECA

ZONA	2010	2012	2015	2020
ECA	1,5 %	-	0,1 %	-
Resto del mundo	4,5 %	3,5 %	-	0,5 %

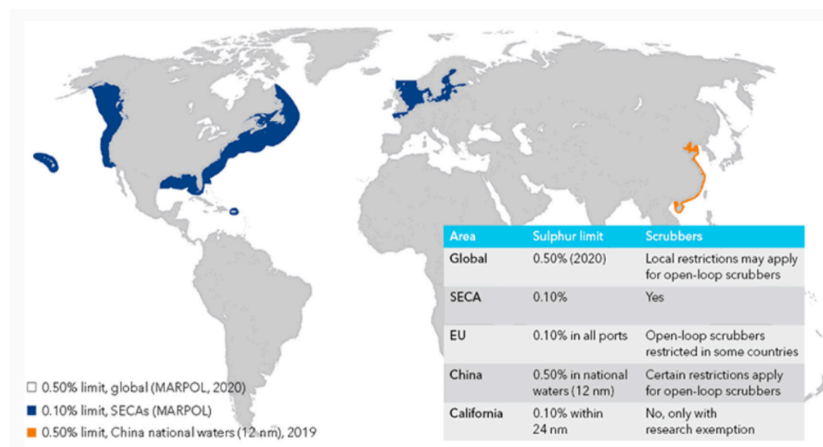


Fig. 1. Distribución zonas ECA
Fuente: DNV,2019

³ En el Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado en 1997 y modificado en 2005, se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SO_x) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), y se prohíben las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono. En dicho Anexo también se regula la incineración a bordo, así como las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de los buques tanque.

Desde otro aspecto, tenemos que considerar que, si bien Argentina tiene un sistema hidrográfico extenso, la navegación de los ríos es escasa y se concentra en la cuenca Paraná - del Plata.

Esta cuenca está constituida por los ríos Uruguay, Paraná, Bermejo, Pilcomayo, Paraguay y sus respectivos afluentes. Desde el punto de vista edáfico, la Cuenca del Plata concentra la mayor parte de los suelos con mejor capacidad de producción en América del Sur. (Turelli, 2014)

Toda esta cuenca coincide con una gran región de humedales, que son áreas que permanecen en condiciones de inundación o con suelo saturado con agua durante períodos considerables de tiempo. Si bien este término engloba una amplia variedad de ecosistemas, todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua es el elemento clave que define sus características físicas, vegetales, animales y sus relaciones. (MAyDS, 2021)

En los distintos sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial se presenta una enorme diversidad de ambientes de humedales, que incluye ríos, arroyos, lagunas, esteros y bañados. Los usos más extendidos de los humedales del corredor fluvial son: la ganadería extensiva, que en general aprovecha las pasturas naturales de importante valor forrajero; la pesca y la caza de especies de fauna nativa, que constituyen un aporte a la dieta y al sustento económico de los pobladores locales; y las actividades turísticas y recreativas que aprovechan la abundancia de ambientes de gran interés paisajístico.

En muchos de estos humedales se encuentran oportunidades para el desarrollo de la apicultura. Asimismo, el cultivo de arroz se desarrolla en diversos sectores del corredor.

Desde el punto de vista ambiental los humedales contribuyen a la provisión de agua para la producción y consumo humano; la amortiguación de inundaciones; recarga de acuíferos; protección de la erosión costera e hídrica; retención de sedimentos y materia orgánica; y navegación.

Por estas razones los humedales se encuentran protegidos por Ley General del Ambiente N° 25.675 y la Convención sobre los Humedales aprobada por Ley N° 23.919 (t.o. Ley N° 25.335)

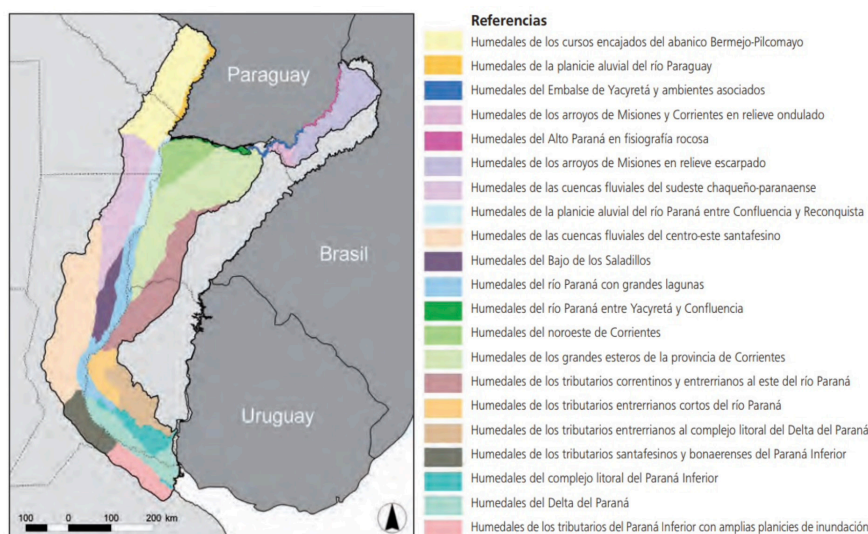


Fig. 2. Distribución de Humedales

Fuente: MAyDS y Betzaquen, et al., 2013

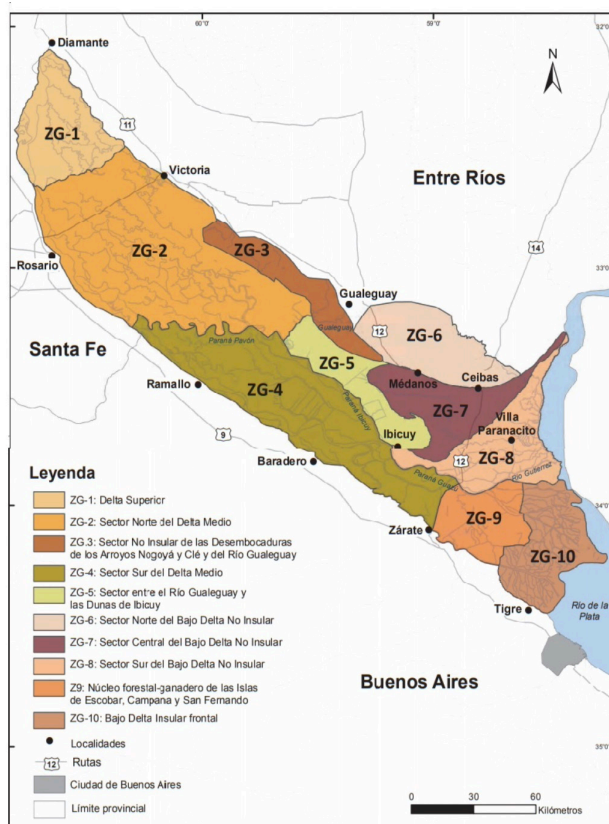


Fig. 3. Demarcación de áreas ganaderas del Delta del Paraná

Fuente: Quintana, R., 2014. Fundación Humedales Wetlands International Argentina

Como conclusión, debe puntualizarse que los buques que naveguen estas zonas deberán atender a la biodiversidad de los humedales y las condiciones de sustentabilidad medio ambiental que establecen las regulaciones actuales.

El Delta, como región ganadera demandante

La región del Delta del Paraná se caracteriza por presentar dos componentes fundamentales para el apropiado desarrollo de la ganadería: la presencia de un buen suministro de agua apta para el consumo animal y la existencia de extensas áreas con alta abundancia de especies forrajeras nativas de excelente calidad. Quintana (2014) realiza una demarcación de las zonas ganaderas del Delta del Paraná que se muestra en la Figura 3:

Resulta útil ya que las estudia desde diferentes aspectos y entre otras cuestiones puntualiza que para realizar una ganadería sustentable se debería:

“Mantener el régimen hidrológico de las distintas zonas del Delta de la forma más natural posible, incluyendo los niveles normales de fluctuación de agua del suelo, evitando el uso de diques, terraplenes, obstrucciones de cursos de agua y drenajes, principalmente de grandes dimensiones, sobre todo luego de un período de aguas altas o de una inundación extrema posterior a un período de sequía.

Favorecer el pastoreo por separado de las distintas categorías vacunas utilizando un adecuado sistema de rotación por lotes valiéndose de defensas estacionales (boyeros eléctricos) o permanentes (canales y cursos de agua).

Contar con un adecuado plan de contingencia, con medios suficientes y sitios alternativos para el alojamiento del ganado ante disturbios naturales como inundaciones extremas”.

También indica que:

“En cuanto a la actividad ganadera realizada (fuera de dique), predominante en la actualidad, en muchos casos no existe todavía una mínima planificación para contar con una adecuada infraestructura de transporte (con costos altos tanto por barco como por camión, si esto último es posible) o con lugares prefijados en tierra firme hacia donde evacuar los animales durante las grandes inundaciones (ZG-2 y ZG-5) en donde, en el mejor de los casos, se originan altos costos de arriendo (ZG-1)”.

Se entiende entonces que los cursos de agua pueden ser un buen vehículo para el movimiento de ganado ya sea por casos de contingencia, para implementar un sistema de rotación de pastoreo y también como una forma de no incentivar la modificación del régimen hidrológico. Esto sumado al transporte más económico hacia los centros de consumo o faenamiento.

El buque se presenta como el transporte necesario que, si bien es utilizado, al decir de Quintana (2014).

(Otro aspecto fundamental que ha mejorado) “aunque sigue siendo precario, sobre todo para los pequeños productores, es el cada vez más frecuente traslado de los animales desde los sectores insulares mediante embarcaciones específicamente preparadas, de las cuales hay cada vez mayor disponibilidad, aunque con costos altos, y permiten reemplazar a los tradicionales arreos por azote que implicaban elevados índices de estrés, enfermedad e incluso mortandad, sobre todo en épocas de inundación”.

Hacia la desgasificación

Existe al menos un método paliativo para evitar la eliminación de SO_x en los gases de escape en los buques y se trata del lavado de gases (Sin M. 2014). Los equipos para tal fin presentan diversas configuraciones: secos y húmedos que a su vez se ofrecen en ciclo abierto, ciclo cerrado e híbrido. Si bien estos equipos cumplen con las reglamentaciones OMI, manifiestan desventajas en cuanto al costo de utilizarlo en buques ya existentes y en la disposición del agua remanente del proceso de lavado.

La OMI (Rodríguez Aguinaga, 2020) ha instaurado normativas correspondientes para los vertidos de agua del lavado que contengan azufre de los depuradores (*scrubbers*) de tipo abierto que usan agua salada (mar). Dicha agua tiene una elevada cantidad de sal y alta alcalinidad, con el fin de neutralizar las emisiones de los ácidos, lo que resulta un problema para los islotes, ríos y otros ambientes severamente influenciados por la acidificación. En cambio, los sistemas de limpieza de gases cerrados de agua dulce neutralizan el azufre desde el flujo de los gases de escape en el barco con ayuda de sosa cáustica y son más aceptables para el medioambiente, ya que no hay una emisión hacia el exterior. Sin embargo, se encuentran problemas en cuanto a la seguridad del trabajo en las instalaciones de recepción de los puertos, ya que dichos residuos requieren un cierto cuidado y manejo. Éstos, en ningún caso podrán ser mezclados con lodos o derrames de combustibles, ya que son distintos tratamientos. (*Oil Companies International Marine Forum*, octubre 2016)

A partir de que las regulaciones se hacen cada vez más estrictas, lo que se ha visto como una salida efectiva es el reemplazo de los combustibles fósiles.

Los combustibles sustentables

La investigación, el desarrollo y la aplicación de tecnologías para la producción sustentable de energía cambia rápidamente por lo que debemos afrontar el desafío de entender cómo y cuándo implementar estas tecnologías.

Pueden tomarse como indicadores del afianzamiento de un método de generación: a) cuando rápidamente se están aplicando, b) como se están reduciendo los costos de esa aplicación y c) la interacción de cada una de ellas dentro de la cadena de valor de las energías.

Tipos de generación de energías

En los buques se han visto desarrollos y/ aplicaciones de al menos cuatro tipos de energías sustentables: solar, eólica, gas natural licuado (GNL) e hidrógeno. Normalmente las aplicaciones suceden en tamaños de buques pequeños y cuyo costo queda justificado por su tipo.

Por ejemplo, el Imoca 60 Acciona 100% EcoPowered, un barco de vela de 18 metros de eslora, con un desplazamiento de 8 ton. Fue el primer buque en participar de la regata Vendée Globe que competía con energía 100% ecológica combinando placas solares y aerogeneradores en cubierta para producir la energía que necesitan. El buque obtiene la energía combinando recursos del sol, del viento y del agua: la energía eólica, mediante dos aerogeneradores de 350 W cada uno; la fotovoltaica, con paneles solares integrados en el casco con una superficie total de 12 metros cuadrados, y la hidrodinámica la obtiene a partir de hélices que aprovechan el movimiento del agua con una potencia de 400 W cada una. Toda esta energía generada se transmite a un motor eléctrico de imanes permanentes con una potencia máxima de 27 CV. Utiliza como energía primaria la electricidad que proviene de las baterías de litio o de la pila de hidrógeno (obtenida a partir de fuentes de energía renovables) y su único residuo es agua. Este motor sería capaz de proporcionar la energía necesaria para mantener una velocidad de cinco nudos durante cinco horas en caso de necesidad. El velero cuenta con un kilogramo de hidrógeno almacenado para emplear en caso de emergencia en la pila de combustible. Este combustible otorga la posibilidad de seguir teniendo energía a bordo aun en los días sin viento ni sol. (Yriarte, 2020; Ceballos Darnaude, 2021)

De esta primera experiencia, como particularidad debe rescatarse la interacción entre las fuentes de energía.

Abordaremos algunas de las características de cada sistema de generación con énfasis para su aplicación en este trabajo, aunque queda claro a partir del ejemplo anterior, la utilidad de la combinación de fuentes de energía.

Energía solar

El uso de este sistema de propulsión en embarcaciones menores ha tenido su mayor auge en los últimos años; como alternativa a los motores de combustión interna. Dado el tamaño y características de las embarcaciones menores, éstas no pueden utilizar los sistemas de generación de electricidad mediante motores de combustión interna y deben transportar energía almacenada en baterías o generar energía eléctrica a bordo mediante la tecnología de paneles fotovoltaicos.

Una de las ventajas de los motores eléctricos es su elevado rendimiento, es decir su capacidad de transformar gran parte de la energía que absorbe en forma de electricidad en energía mecánica.

Otra de las grandes ventajas de los motores eléctricos es que su funcionamiento no se basa en la combustión, por lo que no existen residuos de ningún tipo, ni descarga de gases a la atmósfera. Una ventaja adicional es que un motor eléctrico genera niveles de ruido notoriamente menores que su par de combustión interna; lo cual adquiere gran importancia especialmente para embarcaciones menores utilizadas para el transporte de pasajeros o recreación.

La principal desventaja de los sistemas de propulsión eléctricos en barcos menores radica en la capacidad limitada de almacenar energía a bordo, debido al gran peso y volumen de las baterías que se requiere.

En relación con el desplazamiento, idealmente el casco de la embarcación debe ser construido de materiales livianos, tales como aluminio, madera laminada o materiales compuestos; entre estos últimos, por consideraciones de costo, el más utilizado es el plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

En el diseño de la embarcación se deben considerar superficies planas expuestas a la intemperie para la instalación de paneles fotovoltaicos. (Espinoza, H. 2014)

Energía gas natural licuado

El gas natural es el combustible fósil más limpio, se compone de metano con pequeñas concentraciones de hidrocarburos más pesados, como el etano y el propano.

Cuando se usa LNG como combustible, simplemente se necesita usar un vaporizador que caliente y regasifique el combustible en la proporción adecuada desde un tanque de almacenamiento convenientemente aislado. El gas natural es un buen combustible dado que en el proceso de licuefacción se eliminan impurezas tales como agua, partículas e hidrocarburos pesados que pueden incrementar el impacto medioambiental. El LNG es, por tanto, mucho más limpio que el gas natural convencional. Los beneficios del uso del LNG como combustible para los buques son reducciones del:

- 100% de las emisiones de partículas y de óxidos de azufre (SO_x);
- 70% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x);
- 25% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂);

Como consecuencia, no son necesarios los filtros de partículas ni el uso de tecnología de reducción de NO_x (lo cual aumenta el rendimiento del motor).

Otras características principales del gas natural son su alto poder calorífico y su disponibilidad en grandes cantidades. Las mismas suponen grandes ventajas como fuente de energía. En contraste con el petróleo, cuyo pico de producción parece acercarse rápidamente, el gas natural es relativamente abundante y todavía su curva de producción está por detrás de la del petróleo.

Existen en el mundo aplicaciones de este tipo de combustible, por ejemplo, el ferry Glutra, operado por Moreog Romsdal Filkesbåtar AS (MRF), que forma parte del grupo Fjord 1 en Noruega. Este buque entró en servicio en enero del 2000 y fue el primer ferry del mundo propulsado con gas natural. Tiene 95 m de eslora, realiza su servicio a través de un pequeño fiordo, cerca de Molde, y tiene capacidad para 300 pasajeros y 96 coches. El LNG usado como combustible por este buque se bombea desde un camión cisterna a dos tanques de combustible construidos con acero inoxidable 304 con doble pared, neumáticos y aislados con vacío y perlita, situados bajo la cubierta principal del ferry.

Energía mediante hidrógeno

Se ha demostrado que las pilas de hidrógeno son una solución práctica y viable para propulsar embarcaciones de mediano tamaño, ya que convierten la energía química del hidrógeno en electricidad a través de una reacción electro- química cuyos productos son electricidad, calor y agua limpia. Esta propulsión ha tenido dos inconvenientes que se están resolviendo poco a poco: su almacenamiento seguro y una obtención rentable. El primer problema se refiere a que el hidrógeno, al ser un gas, la cantidad de energía que almacena por unidad de volumen es muy pequeña. Para ello se somete a grandes presiones y a temperaturas muy bajas para tener el hidrógeno a presión de manera estable. Actualmente el almacenamiento de hidrógeno de forma segura, eficiente y maximizando las capacidades volumétricas y gravimétricas es un gran reto y foco de un gran número de investigaciones.

El proyecto HyCOMP está probando con tanques de fibra de carbono, un material con gran resistencia mecánica y con un peso ligero, y sigue trabajando en ello, y dando recomendaciones.

Bases para el diseño del buque

El Proyecto

El proyecto de buques es una cuestión ya elaborada por la ingeniería naval y forma parte del acervo académico e industrial de la Argentina.

Puede decirse que la innovación en esta área del conocimiento se ha dado por los sistemas informáticos cuyo objetivo principal es modelar y predecir tanto el desempeño del buque en el mar como los esfuerzos a los que está sometido.

Aparecen entonces softwares CFD (*Computational Fluid Dynamics*), utilizados en un amplio campo en la ciencia y en particular para el proyecto de buques arrojan luz sobre:

- optimización de las formas del casco cálculos de estela y alineación de apéndices,
- comportamiento en la mar,
- maniobrabilidad y análisis de posicionamiento dinámico,
- resistencia añadida debida a olas y
- análisis de hélices, entre otros temas.

Estos softwares permiten diseños más exactos que en el caso de cascos poco convencionales se convalidan con pruebas en canales de experiencias hidrodinámicos con modelos a escala.

Antecedentes de buques ganaderos

Los buques ganaderos se utilizan desde principios del siglo XX y su desarrollo floreció merced a la pujante industria ganadera y del cuero. Los establecimientos argentinos de Bovril Ltda., disponían en 1910 de una flota de cinco remolcadores a vapor, con distintivo de la cruz de malta en las chimeneas, unos seis barcos a vela y una chata corral para transporte de ganado en pie.

Para mantenimiento y conservación de las embarcaciones en buen estado de trabajo, se instaló un varadero, taller y astillero, en el que se construye totalmente la embarcación "Sofia".

Posteriormente la Cía. dispuso de una nutrida y bien equipada flota de buques mercantes, que se detallan abajo. Además, estaban los siguientes buques:

- Caraya: Chata corral con un motor de 250 HP y carga de 250 vacunos.
- Bedford: Chata corral para 300 animales, hecho en 1926. El ganado iba en dos cubiertas y se lo refrescaba por medio de duchas durante el viaje.
- Guayquiraró: Chata corral para 280 animales, construida en 1926.

Las chatas transportaban más de 100.000 cabezas de ganado por año, no solo para la fábrica sino también de una estancia a otra. También llevaban a los obreros y a sus familias cuando la faena finalizaba y se volvían al Norte.

La flota fue completada con dos unidades muy de avanzada para su época, el Nora en 1928 y el Santa Elena en 1960, ambos con comodidades para pasajeros con excelente confort. (Historia y Arqueología Marítima, 2021)

Se han desarrollado las nociones sobre las que se basa este plan, hasta aquí puede decirse

que se cuenta con todas las herramientas teóricas y prácticas con las cuales operar y conseguir nuestro objetivo. La metodología tendrá que marcar la dirección para cumplir el propósito.

Descripción de Metodología

La metodología seguirá los pasos básicos de un diseño tecnológico, entendido el diseño como:

“una adaptación intencionada de medios para alcanzar un fin preconcebido superador de una situación inicial dada, y en cuanto a los métodos para alcanzar los fines predeterminados, se utilizan tanto las distintas metodologías científicas como las propias de la ingeniería”. (Dean Raúl A. 2006)

En este sentido se realizarán la metodología estará determinada por las actividades:

1. Relevamiento del marco teórico y estado del arte a través de publicaciones de revistas especializadas, libros y artículos en eventos con referato
2. Profundización de los requerimientos de los usuarios mediante entrevistas y encuestas.
3. Reconocimiento de las zonas de navegación mediante cartas de navegación, publicaciones de entes reconocidos y/o entrevistas a baqueanos.
4. Diseño preliminar: consistirá en las definiciones que corresponden al diseño básico del buque: tales como plano de líneas, arreglo general, valor de resistencia al avance preliminar, entre otros.
5. Verificación de líneas mediante CFD. Cuando evaluamos el buque de nuestro proyecto usando Mecánica de Fluidos Computacionales (CFD), estamos creando una simulación donde predeciremos como se va a comportar en el caso real. Gracias a esto, podemos obtener con bastante aproximación el valor de resistencia que vamos a tener una vez que la embarcación desarrolle su navegación. Uno de los puntos principales es la profundidad del agua donde navegue la embarcación. En los casos donde navegue en aguas que pueden considerarse de profundidad infinita, el valor de la potencia a instalar puede determinarse ya sea por embarcaciones similares o por métodos predictivos, para luego validarlos en un canal de ensayo. El CFD se obtendrán valores de potencia en aguas profundas, para luego ser estudiados con la corrida en el canal de ensayo.

También se sabe que a menor distancia entre el fondo del buque y el fondo donde se navega, el efecto de aumento de la resistencia es mayor. Esto puede generar un error en la estimación de la potencia que provocaría que nuestra velocidad de servicio no sea alcanzada. Mediante el CFD, se podrá deducir y predecir este aumento y de esa manera tenerlo en cuenta para evitar que sea insuficiencia la potencia en la embarcación instalada, algo que en el canal de ensayo se debe puede no ser muy exacto dado que se obtiene por cálculos derivados.

6. Verificación de las características de maniobrabilidad mediante software dedicado.
7. Definición de tipo de equipos para generación de energía sustentable más adecuados a la potencia y prestación del diseño.
8. Planteo del arreglo del sistema de propulsión y gobierno.
9. Fabricación del modelo de acuerdo a las leyes de semejanza hidrodinámicas.
10. Prueba del modelo en canal de ensayo de buques para verificar potencia y maniobrabilidad.
11. Contrastación de los resultados del modelo con los valores obtenidos mediante software.
12. Definición final de arreglo general y arreglo de sala de máquinas.

Conclusiones

El recorrido por los conceptos nodales muestra la necesidad de transformar el transporte en el delta medio, tanto en su grado de aprovechamiento como en el paradigma de la propulsión en pos de cuidar el medio ambiente. Más aún, deja entrever un camino en la

resolución dirigido hacia la energía solar integrada con propulsión eléctrica. También podemos entrever las contribuciones que este proyecto inducirá. Por un lado, Contribuciones al avance científico-tecnológico y su posible transferencia al medio y por otro, las contribuciones a la formación de recursos humanos

Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

En esta investigación entendemos que innovación tecnológica es integrar buques para transporte de ganado en pie de poco porte con la propulsión basada en energía sustentable.

Esto conduce a la incorporación del conocimiento científico y tecnológico, propio o ajeno, con el objeto de crear o modificar un, una máquina, para cumplir un fin valioso para una sociedad, como es cuidar el medio ambiente. En este sentido, tenemos que puntualizar que hasta ahora Argentina no ha producido buques de carga cuya propulsión esté sustentada sobre energía renovable, por lo que consideramos que para la industria naval argentina es una reflexión y experimentación necesaria que le posibilitará conocer, apropiarse tecnología y evaluar el impacto en la logística tanto del transporte como portuaria. Asimismo, permitirá evaluar las condiciones de transferencia hacia la sociedad, dado que se inducirá el costo de la embarcación, así como las facilidades de construcción, de una manera más exacta.

Las innovaciones exitosas son una consecuencia de una relación conjunta y fecunda entre las actividades y las capacidades, intelectuales y operativas, aportadas y desarrolladas por: la ciencia, la técnica, el sector productivo, el gobierno y la sociedad. El diseño de la embarcación puede ser objeto de patentamiento.

Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

En cuanto a la formación de recursos humanos, se ha visto que dadas las diversas variables involucradas en las definiciones previas al diseño como en el diseño mismo serán beneficiados los integrantes que abreen tanto en las cuestiones medioambientales ya sea geográficas o legislativas, cuestiones de generación de energías limpias y diseño de buques.

Para aquellos que traen un conocimiento previo, lograrán especificidad en el área de la ingeniería naval. También el área académica de la carrera de grado logrará recuperar conocimientos que se fueron perdiendo en la medida que los alumnos se han recibido. Además, se verá fortalecida debido al intercambio con otras instituciones como el Canal de Experiencia de Arquitectura Naval CEAN

Por último, será una oportunidad de formación para aquellos graduados y alumnos que transiten el proceso en el método de investigación tecnológico, dando lugar a las vocaciones de investigadores.

Referencias

- ARRIOS ROMERO D. K., (2020), Análisis de los elementos a considerar en la gestión del transporte fluvial de mercancía desde Girardot, Cundinamarca. Universidad Piloto de Colombia
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7486/MONOGRAFIA%20DE%20COMPILACION%20DE%20TRANSPORTE%20FLUVIAL%20DIANA%20BARRIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CASPAR, C., & FATENBAUER, M., (2019). Desarrollo del transporte fluvial en el río Danubio y más allá. Bolsa de Comercio de Rosario. en Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata. (1985). Sistema fluvial. En El Transporte en la Cuenca del Plata (pp. 57-105). <https://www.bcr.com.ar/es/sobre-bcr/revista-institucional/noticias-revista-institucional/desarrollo-del-transporte-fluvial>
- CEBALLOS DARNAUDE C., (2021). Implantación De Energías Renovables y Sustitución De Combustibles Fósiles en buques y dependencias de la Armada Revista general de marina, ISSN 0034-9569, Vol. 280, MES 5 (junio), 2021, págs. 927-934.
- CEPAL, Unidad de Servicios de Infraestructura-División de Recursos Naturales e Infraestructura 2012. Institucionalidad, comodalidad y servicios de transporte sostenibles Boletín facilitación del transporte y el comercio en américa latina y el caribe Edición N° 316, número 12 de 2012, ISSN 1564-4243. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36216/1/FAL-316-WEB_es.pdf
- CUADERNO PROFESIONAL MARÍTIMO, (2009). Buenas perspectivas para los buques propulsados por gas natural licuado Boletín Informativo de Anave n° 487 - junio 2009.
- DEAN, R. A., (2006). La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería y la innovación tecnológica Revista VoceS N° 23 ISSN 1515-1042 Facultad de Ingeniería - U.N.R.C. <https://www.unrc.edu.ar/publicar/23/dossidos.html>
- DNV, (2019) Sulphur limit in ECAs - increased risk of PSC deficiencies and detentions en <https://www.dnv.com/news/sulphur-limit-in-ecas-increased-risk-of-psc-deficiencies-and-detentions-142911>
- ESPINOZA, H. E., (2014). Embarcaciones Propulsadas por energía solar. Revista de Marina, n° 938 ISSN: 0719-4129 Avda. Jorge Montt N° 2400, Las Salinas, Viña del Mar. <https://revistamarina.cl/revistas/2014/1/ekdahl.pdf>
- HISTARMAR, HISTORIA Y ARQUEOLOGÍA MARINA, en <https://www.histarmar.com.ar/Puertos/Santa%20Elena/Buques.htm>
- LEY N° 24.292 Apruébase el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la contaminación por Hidrocarburos, 1990.
- LJUNGBERG, D.; GEBRESENBET, G. y ARADOM S., (2007). Logistics chain of animal transport and abattoir operations. Revista Biosystems Eng 2007; 96: 267- 277. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511006003746>
- MARTÍNEZ SALCEDO H. G., (2020). Análisis de los modelos de transporte fluvial Por los ríos Paraná, Danubio y Yangtsé Para el Proceso logístico de mercancías y Su Aplicabilidad en Colombia. en Universidad Militar Nueva Granada <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37193>
- MIRANDA-DE LA LAMA, G. C., (2012). Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So301-50922013000100004
- MONGELLUZZO, M., (2021). La industria naval de la Argentina quiere usar hidrógeno Periódico electrónico 03/2021 en <https://mase.lmneuquen.com/hidrogeno/la-industria-naval-la-argentina-quiere-usar-hidrogeno-n803441>
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales>
- OCIMF Oil Companies International Marine Forum, (2016). Guide for Implementation of Sulphur oxide exhaust Gas Cleaning System. <https://ocimf.org/publica->

tions/information-papers/change-to-guide-for-implementation-of-sulphur-oxide-exhaust-gas-cleaning-systems

PROYECTO EUROPEO HYCOMP, (2014). Enhanced Design Requirements and Testing Procedures for Composite Cylinders intended for the Safe Storage of Hydrogen en <http://www.hycomp.eu/menus-sp/menu-bas/pressroom/publicdelivrables.html>

QUINTANA, R.; BÓ, R.; ASTRADA, E. y REEVES, C., (2014). Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná FUNDACIÓN HUMEDALES / WETLANDS INTERNATIONAL ARGENTINA ISBN - 978-987-29811-3-6; DOI - 10.13140/2.1.2130.0803

https://www.researchgate.net/publication/269412035_Lineamientos_para_una_ganaderia_ambientalmente_sustentable_en_el_Delta_del_Parana_FUNDACION_HUMEDALES_WETLANDS_INTERNATIONAL_ARGENTINA

RODRÍGUEZ AGUINAGA A., (2020). Estudio y evaluación de la contaminación atmosférica generada por los buques. Universidad de la Laguna, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/19625/Estudio%20y%20evaluacion%20de%20la%20contaminacion%20atmosferica%20generada%20por%20los%20buques.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN PROYECTO GEF 4206 PNUD ARG 10/003.2013,. Inventario de los humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná Paraguay / edición literaria a cargo de Laura Benzaquén - 1a ed. - Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2013. ISBN 978-987-29340-0-2

SIN MIHAELA, (2014). Instalación y análisis de un sistema de limpieza de gases de escape para un buque ro-ro ingeniería técnica naval especialidad en propulsión y servicios del buque Universidad Politécnica de Cataluña, Facultad de Náutica de Barcelona. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22872/PFC_ETN_M.SIN_Definitivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TSENG, Y.; YUE, W.L. y TAYLOR, M., (2005). The role of transportation in logistics chain. Proc East Asia Soc Transportation Stud 2005; 5: 1657-1672. <https://archive.siam.org/journals/plagiary/1657.pdf>

YRIARTE, D., (2020). ¿Qué tienen en común un barco de vuelta al mundo y un buggy del Rally Dakar? Entrevista a Jordi (Bari) Barinaga en la publicación Híbridos y Eléctricos. Ecotecnología del vehículo <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/navegacion-sostenible/entrevista-jordi-bari-barinaga/20201023020143039267.html>