

DISEÑO DE UN VEHÍCULO ANFIBIO TURÍSTICO CON CAPACIDAD PARA OCHO PASAJEROS.

DESIGN OF A TOURIST AMPHIBIOUS VEHICLE WITH CAPACITY FOR EIGHT PASSENGERS.

Soto-Cevallos Johan Ariel ¹; Barreto-Barre Lady Ximena ²; Paredes-Mera Francisco Javier ³

^{1, 2, 3} Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la Facultad de Ingeniería "Carrera de Mecánica Naval", Manta - Ecuador.

*¹Correo: arielsece96@gmail.com

Resumen

El presente proyecto, tiene como objetivo diseñar un vehículo anfibio con capacidad para 8 pasajeros destinado al sector turístico, utilizando configuraciones mecánicas para desplazarse por tierra y navegar por agua; se ha considerado primordialmente la base técnica para la elaboración conceptual del diseño de la clasificadora RINA (Registro Italiano Naval). El casco del vehículo anfibio turístico se modeló en el programa Rinhoceros y de acuerdo a RINA se ha considerado para la construcción del casco aluminio AL-5083/H111 y refuerzos AL-6082/t6. En el programa Maxsurf, que simula un canal de ensayos, se analizó el plano de formas y se obtuvieron los valores del calado máximo a 0,75 metros y el desplazamiento a 8087 toneladas; se evaluó, además, el comportamiento del casco en un calado de 0,5 y 0,25. Conocer estos datos sirve para delimitar la capacidad de carga del vehículo anfibio en el agua; luego se determinaron los valores máximos de resistencia a velocidad de 10 nudos, siendo 4117,55 N (newton). El software recomienda una potencia que permite el avance del vehículo anfibio en función de la velocidad máxima siendo, 21182,51 Watt, considerando factores de mar y demás, la potencia referencial es a 31,2 hp y en catálogos comerciales se eligió el motor YANMAR 3JH5E. Para que el radio de desplazamiento cumpla con la velocidad máxima, de acuerdo con los cálculos, se elige la hélice idónea, en este caso bajo las características del fabricante Mercury (potencia Vs diámetro) se obtiene el valor del diámetro mediante ecuación, el modelo de propela es 827312A45 de Aluminio. La parte mecánica cuenta con un sistema de caja de cambio de dos salidas – dos marchas y 4 cambios, la velocidad máxima alcanzada es 50 Km/h, (sistema propulsor – sistema impulsor), por su parte, no necesita pala para generar el gobierno del casco en el agua, ya que el sistema que conecta a la propela puede girar hasta 180°.

Palabras clave: Resistencia, potencia, sistema propulsor, canal de ensayo.

Abstract

The purpose of this project is to design an amphibious vehicle with a capacity of 8 passengers for the tourism sector, using mechanical configurations to travel by land and navigate through water, the technical basis for the conceptual elaboration of the design of the RINA classifier has been considered primarily (Italian Naval Registry), the hull of the amphibious tourist vehicle was modeled in the *Rinhoceros* program and according to RINA it has been considered for the construction of the ALUMINUM helmet AL-5083 / H111 and reinforcements AL-6082 / t6. In the Maxsurfs program that simulates a test channel, the plane of shapes was analyzed and the values of the maximum draft at 0.75 m and the displacement at 8,087 t were obtained, the behavior of the helmet was also evaluated in a draft of 0.5 and 0.25, know These data serve to delimit the carrying capacity of the amphibious vehicle in the water; then the maximum resistance values at 10 knots were determined, being 4117.55 N (newton); The software also recommends power that allows the advance of the amphibious vehicle based on the maximum speed being, 21182.51 Watt, considering sea factors and others, the reference power is at 31.2 hp and in commercial catalogs the YANMAR 3JH5E engine was chosen. So that the displacement radius meets the

maximum speed according to the calculations, the ideal propeller is chosen, in this case under the characteristics of the manufacturer Mercury (power Vs diameter) the diameter value is obtained by equation, the propeller model It is 827312A45 Aluminum. The mechanical part has a gearbox system with two exits - two gears and 4 changes, the maximum speed reached is 50 km / h, (propeller system - drive system), does not need a shovel to generate the hull government in the water, since the system that connects to the propeller can rotate up to 180 °.

Keywords: Resistance, power, propellant system, test channel.

1. Introducción

El Puerto de Manta es el primer destino de los cruceros que arriban al Ecuador, ingresando aproximadamente 25.000 turistas al año (Autoridad Portuaria de Manta, 2020).

Hasta agosto del presente año arribaron aproximadamente 5974 turistas de acuerdo con el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), quienes buscan tecnologías sostenibles de movilidad para recorridos turísticos terrestres, como acuáticos hacia la flora y fauna de nuestro territorio (Ministerio de Turismo, 2018).

Dentro de la carrera de Mecánica Naval. los conocimientos adquiridos: diseño mecánico, cálculo de sistema propulsor, máquinas auxiliares marítimas, análisis hidrodinámico y mecánico, nos permiten desarrollar este tipo de estudios, ya que generan la cobertura de necesidades de la industria turística (Fabian, 2015; Iskandar, 2006).

El diseño de los elementos mecánicos que intervienen en el vehículo anfibia (diseño de casco, sistema propulsor, sistema de gobierno, sistema energético, diseño de interiores y exteriores) nos permitirá obtener un análisis inicial de las configuraciones e innovaciones técnicas de los componentes para la construcción posterior, considerando primordialmente la sostenibilidad y el uso de materiales propios del entorno, para diseñar un ambiente más amigable al contacto con los turistas, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero.

La construcción posterior de vehículo anfibia turístico ejercerá un valor agregado a la economía local y nacional, ya que, al ser sostenible, aumenta la durabilidad de sus componentes, siendo factible para el emprendedor y el turista.

2. Materiales y métodos

2.1 Casco de desplazamiento

Para este diseño de acuerdo con la norma RINA se ha considerado para la construcción del casco ALUMINIO AL-5083/H111 y refuerzos AL-6082/t6.

2.2 Motor YANMAR 3JH5E DE 39 HP

Asumiendo que todo motor trabaja al 80 % del rendimiento total, la potencia media del motor sería de 31,2 HP, que cumple con la potencia calculada para avance del vehículo anfíbio.

2.3 Sistema mecánico – propulsor

El diseño del tipo de sistema mecánico - propulsor se ha configurado de acuerdo con el análisis del sistema reductor del vehículo anfíbio DUKW, cuenta con un sistema reductor de dos salidas, en este caso el sistema propulsor tiene dos marchas (hacia delante y hacia atrás) y 4 velocidades hacia delante. Este sistema no necesita pala para generar el gobierno del casco en el agua, ya que el sistema que conecta a la propela puede girar hasta 180°.

2.4 Chasis

Para la construcción del sistema mecánico se necesita un chasis de 8 metros aproximadamente, y así

construir las configuraciones mecánicas propias del diseño.

2.5 Hélice de aluminio 827312A45

Idóneo para la impulsión del vehículo y para la propulsión en el agua.

Acabado de interiores, exteriores y medidas de salvamento.

De acuerdo con el ministerio de turismo del Ecuador los requisitos fundamentales para el transporte turístico son:

- Asientos (500 mm * 550mm).
- Cinturón de seguridad para cada uno de sus ocupantes.
- Equipo extintor, botiquín de primeros auxilios, triángulos de seguridad.
- Equipo de comunicación celular y de onda corta.
- Climatización interna.
- Panel solar.

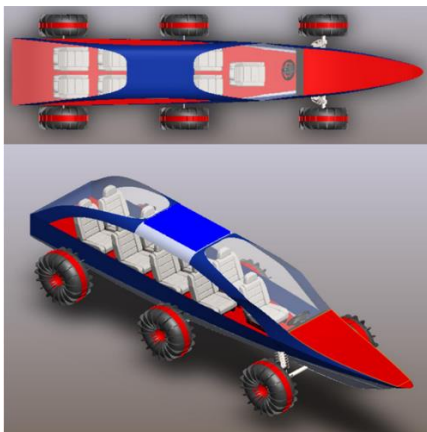
La dimensión de diseño en la parte superior de la superestructura de fibra de vidrio dispone de 1,95 m de ancho y 0,99 m de largo.

3. Resultados y Discusión

4. Tabla 1. Materiales y equipos

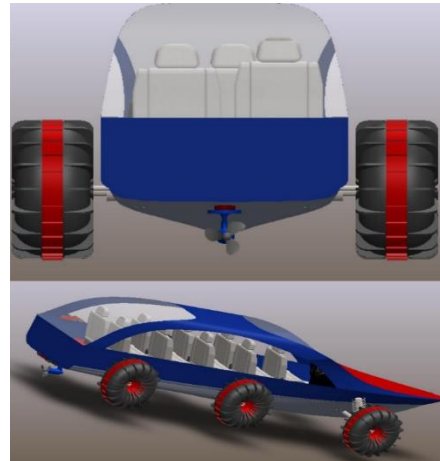
Motor Yanmar 1,6-39 hp	\$ 8500
Propela Mercury	\$ 517
Caja de velocidades	\$ 830
Chasis de 8 m aproximado Isuzu (sistema de suspensión, frenos, embrague, diferencial)	\$ 6000
6 llantas	\$ 720
9 asientos	\$ 990
Panel solar	\$ 380
Construcción de superestructura de fibra de vidrio	\$ 800
Construcción de casco de aluminio	\$ 1562,5
Construcción de refuerzos de aluminio	\$ 900
Equipamiento	\$ 2500

Ilustración N° 1. Diseño final del vehículo anfibia para 8 pasajeros.



Elaborado por: Autores.

Ilustración N°2. Diseño final del vehículo anfibia para 8 pasajeros.



Elaborado por: Autores.

El gasto aproximado de materiales y equipamiento para la construcción es de \$ 23699,50 asumiendo el 30 % del total por concepto de mano de obra que asciende a \$ 7109,85, el costo total aproximado de construcción es de \$ 30809,35 dólares americanos.

Conociendo definiciones en base a la norma RINA y las consideraciones planteadas en las patentes de vehículos anfibios Patente No. 2,397,791., (Kramer & Kerby, 1946) y Patente No. 3,077,321 (Dunham, 1963), que nos permite el análisis de cálculos para el diseño de las configuraciones mecánicas y de forma de la estructural del vehículo anfibia turístico, en su inicio los valores de diseño establecido por los autores del desarrollo de este proyecto son:

Manga 2m, Puntal 1m, eslora 12 m, capacidad para 8 pasajeros. Luego de diseñar el casco de desplazamiento en el programa *Rinoceros* y obtener los valores del comportamiento de la zona mojada en el canal de ensayos virtual Maxsurf se obtuvieron los valores de calado máximo a 0,75 y los números adimensionales de froude que representada en dos curvas gráficas permite generar los valores de la resistencia al avance y la potencia que se necesita para el desplazamiento, ésta evaluación hidrodinámica permitió obtener la potencia del motor de 31,2 hp, consecuentemente se dimensionó el tipo de hélice que permitirá llegar a la velocidad máxima de 10 nudos, mediante ecuaciones se conoció el diámetro que en relación con el paso se eligió la propela referencial en el catálogo del fabricante Mercury.

Cabe señalar que es importante considerar criterios de diseño que le generen sostenibilidad y funcionalidad al prototipo, puesto que de esto depende en gran medida su éxito (Nakisa et al., 2017).

Adicionalmente, los mecanismos propios del sistema de transmisión mecánica se diseñaron en el programa

de solidword, de esta manera la reducción de las 3000 rpm del motor a 4 velocidades considerando el 0,66 de radio de las ruedas se calculó como velocidad máxima 50,10 Km/h, la caja de velocidades tiene 2 marchas, la resistencia al avance por aire, pendiente y rodadura del vehículo se determinó por medio de cálculos aerodinámicos y la potencia requerida es de 24,6 hp a velocidad máxima, el S.O.L.A.S ajusta medidas de salvamento para embarcaciones turísticas (Pavón Narváez & Vallejos León, 2015), en este caso la cantidad máxima de aros salvavidas son 8, para la circulación del vehículo en Ecuador se analizaron las normativas vigentes en la parte terrestre como en la marítima, el costo de construcción aproximado es de \$ 30 809.35 dólares americanos. De la misma forma, Lee et al. (2017) plantea las características de un vehículo anfibio con similares dimensiones y utilizando criterios de diseño similares.

Por su parte, Esakki et al. (2018) proponen otras aplicaciones para los vehículos anfibios, tales como el envío de misiones destinadas al monitoreo del agua; mientras que Vijayanandh et al.

(2018) enfocó el uso de este tipo de vehículos en la detección de grietas.

Conclusiones

Se diseñó un prototipo de vehículo anfibia para el transporte de personas, que cumple con los estándares de la legislación ecuatoriana y por consiguiente, puede constituirse en una alternativa en la producción de vehículos en el medio y largo plazo.

Se utilizaron criterios de diseño empleados comúnmente para vehículos de este tipo, demostrándose que la velocidad máxima que puede alcanzar es 50,10 km/h, con una potencia requerida de 24,6 hp.

Bibliografía

- Autoridad Portuaria de Manta. (2020). *Estadísticas portuarias*. Manta, Ecuador: Autoridad Portuaria de Manta.
<http://www.puertodemanta.gob.ec/estadisticas-portuarias/>
- Dunham, W. H. (1963). U.S. Patent No. 3,077,321. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Esakki, B., Ganesan, S., Mathiyazhagan, S., Ramasubramanian, K., Gnanasekaran, B., Son, B., ... & Choi, J. S. (2018). Design of amphibious vehicle for unmanned mission in water

quality monitoring using internet of things. *Sensors*, 18(10), 3318.

- Fabian, P. J. (2015). *Diseño y adaptación de chasis, carrocería y sistema*. Ibarra: Universidad técnica del Norte.
- Iskandar, F. (2006). Estudio de la aerodinámica de los vehículos. *Prospectiva*, 70.
- Kramer, C. F., & Kerby, F. G. (1946). U.S. Patent No. 2,397,791. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Lee, S. J., Lee, T. I., Lee, J. J., Nam, W., & Suh, J. C. (2017). Hydrodynamic Characteristics of a Hydrofoil-assisted Amphibious Vehicle. *Journal of Ship Research*, 61(1), 15-22.
- Ministerio de Turismo. (2018). Llegadas y salidas internacionales al Ecuador, ciudad Manta. Ecuador turístico, Ministerio de Turismo. <https://servicios.turismo.gob.ec/descargas/Turismo-cifras/Publicaciones/IndicadoresDeTurismo/Indicadores-de-Turismo-2018-2019.pdf>
- Nakisa, M., Maimun, A., Ahmed, Y. M., Behrouzi, F., & Tarmizi, A. (2017). Numerical estimation of shallow water effect on multipurpose amphibious vehicle resistance. *Journal of Naval Architecture and Marine Engineering*, 14(1), 1-8.
- Pavón Narváez, J. C., & Vallejos León, F. A. (2015). Diseño y adaptación

de chasis, carrocería y sistema eléctrico a un vehículo anfibio (Bachelor's thesis).

Vijayanandh, R., Kumar, M. S., Rahul, S., Thamizhanbu, E., & Jafferson, M. D. I. (2018). Conceptual Design and Comparative CFD Analyses on Unmanned Amphibious Vehicle for Crack Detection. In International Conference on Unmanned Aerial System in Geomatics (pp. 133-149). Springer, Cham.