

# Diseño preliminar de un sumergible no propulsado para turismo en las Islas Galápagos.

Clemente Rendón Paredes <sup>1</sup>, Patrick Townsend Valencia <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Egresado de Ingeniería Naval, srendon@espol.edu.ec, <sup>2</sup> Ing. Naval, Profesor de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador  
ptownsen@espol.edu.ec, patrick@pesquerapolar.com

## Resumen

*Para el diseño de un sumergible de tipo turístico para uso exclusivo en las Islas Galápagos. Primeramente, se estudió los requerimientos de espacio y confort, para dicho diseño. Posteriormente se seleccionó el sistema a utilizarse en el remolque de la cápsula sumergible, entre tres opciones que presentaban el uso de un catamarán para el remolque del sumergible, el uso de dos embarcaciones navegando en paralelo remolcando el sumergible y finalmente, el uso de una embarcación con un tangón o pluma que arrastra la cápsula sumergida. Entre las tres opciones mencionadas se seleccionó la tercera, basados en criterios de estabilidad, seguridad, maniobrabilidad, versatilidad y costos. Para el diseño preliminar del sumergible, se empezó por dimensionar el sumergible. Basado en estas dimensiones se propuso un sistema estructural el cual fue analizado modelando el sumergible como una viga, el cual dio buenos resultados en general. Se comprobó que los esfuerzos primarios no son de gran importancia como los esfuerzos terciarios, en este tipo de embarcaciones. Además se pudo observar que para la velocidad de operación (2kn) la resistencia al arrastre y el consumo de potencia es muy bajo. Finalmente, se realizó una evaluación de la factibilidad económica del proyecto. Se calculó los índices económicos los cuales no fueron excelentes pero si se los puede catalogar como buenos. Por tanto se puede decir que el proyecto es bueno a largo plazo.*

**Palabras Claves:** Remolque, tangón,

## Abstract

*For the design of a submersible of tourist type for exclusive use in the Galápagos Islands. Firstly, one studied the requirements of space and comfort, for this design. Later the system was selected to be used in the tow of the submersible capsule, between three options that presented the use of a catamaran for the tow of the submersible, the use of two boats sailing in parallel towing the submersible and finally, the use of a boat with lifting beam or cargo boom that drags the submerged capsule. Between the three mentioned options it was selected third, based on criteria of stability, security, maneuverability, versatility and costs. For the preliminary design of the submersible, one began to determine the dimensions of the submersible. Based on these dimensions a structural system seted out which was analyzed modeling the submersible like a beam, which gave good results in general. It was verified that the primary stress are not of great importance like the tertiary stress, in this type of boats. In addition it was possible to be observed that for the speed of operation (2kn) the advance strength and the consumption power are very low. Finally, an evaluation of the economic feasibility of the project was made. One calculated the economic indices which were not excellent but if it is possible to be catalogued like good. Therefore it is possible to be said that the project is good in the long term.*

## 1. Introducción

En las Islas Galápagos existe gran cantidad de lugares para hacer turismo de tipo sub-acuático, pero la falta de facilidades, el elevado costo, las limitaciones físicas, y, los riesgos implícitos en el buceo, hacen que este tipo de turismo se vuelva una actividad limitada. Esta tesis propone la opción del uso de un sumergible con dependencia de una embarcación en la superficie, que permita a los pasajeros observar el fondo marino. Esta opción reducirá la inversión inicial, ya que un sumergible independiente es de muy elevado costo de construcción, además de que reducirá la restricción física a los visitantes.

El objetivo general de esta tesis es la elaboración del diseño preliminar de una embarcación sumergible con dependencia de una embarcación de superficie, que permita hacer observaciones del fondo marino en las Islas Galápagos.

Específicamente este trabajo pretende:

- Definir los requerimientos y limitaciones en el dimensionamiento de una embarcación de tipo sumergible, para la observación submarina en las Islas Galápagos.
- Analizar alternativas del sistema embarcación-sumergible a nivel conceptual y sus condiciones de operatividad.
- Realizar el diseño a nivel preliminar de una embarcación sumergible para observación submarina en las Islas Galápagos.
- Estimar los costos de construcción y operación, para luego analizar la factibilidad del proyecto.

Debido a la poca explotación de este tipo de turismo en nuestro país, finalmente se tendrá la posibilidad de una alternativa de turismo con la opción de atracción de capitales. Además se podrá adaptar el proceso de diseño aprendido durante la etapa de formación teórica de Ingeniería Naval.

## 2. Requerimientos para el diseño de un sumergible para turismo.

En esta parte del trabajo se estudia los requerimientos para un sumergible. Además se realizan observaciones con respecto a las características de una embarcación de turismo.

Los requerimientos enfocan satisfacer las necesidades de espacio a bordo del sumergible y de las zonas de posible mejor operación del sistema.

En la figura 1, se presentan las medidas más importantes que se consideran en el diseño de una embarcación, en donde se tiene un patrón y es el que se debe seguir en la aplicación de nuestro diseño.

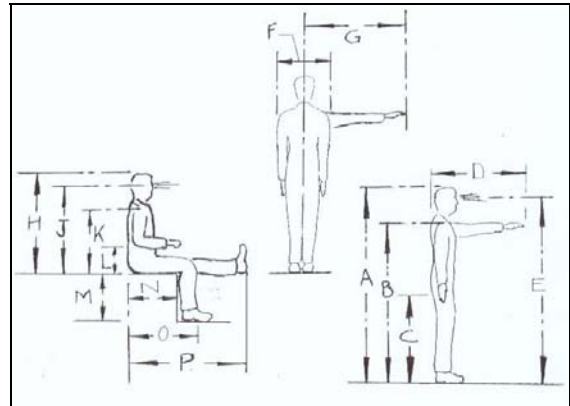


Figura 1. Acomodación en un sumergible para turismo.

Para analizar las zonas de operación se tiene la figura 2. En donde se muestra las zonas de mayor atractivo para la práctica del buceo que sería las zonas en donde se puede operar con este sistema.



Figura 2. Mapa turístico de Galápagos.

En la gráfica se puede observar todas las zonas de buceo, pero en nuestro caso hemos solo considerado tres puntos, estos puntos se han tomado considerando la cercanía a los Puertos de Villamil y de Puerto Ayora que son los que cuentan con mejor infraestructura para mantenimiento y abastecimiento de la embarcación de superficie. Además que la carta de navegación 203 indica que la profundidad de

estos puntos oscila entre 37 y 45 metros de profundidad.

### 3. Selección del sistema de Remolque

En esta parte del trabajo se selecciona un sistema que sea capaz de llevar al sumergible sobre la cubierta y los pasajeros con suficiente seguridad. Estos sistemas han sido escogidos en base a la aplicabilidad en nuestro medio. Se estudiaron tres sistemas que se describen a continuación:

El primer sistema se trata de un catamarán que lleva en la popa instalada: una grúa, un winche, guías de cables y el propio sumergible como se lo puede ver en la figura y en sus respectivas bases y el sumergible. Este sistema presenta una excelente estabilidad transversal. Figura 3.

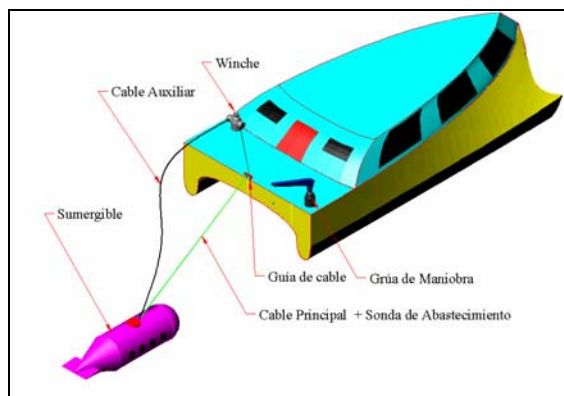


Figura 3. Uso de un Catamarán para operar el sistema Embarcación Sumergible.

El segundo sistema que se analiza es la del uso de dos embarcaciones arrastrando en paralelo el sumergible. En la cubierta de uno de las dos embarcaciones puede ser instalada la grúa, el winche y demás elementos que sirven en la maniobra. Este sistema una alta confiabilidad pero un elevado costo de inversión inicial y de operación. Figura 4.

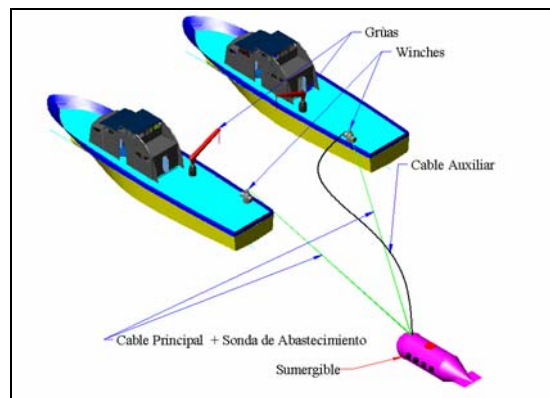


Figura 4. Uso de dos embarcaciones para operar el sistema Embarcación Sumergible.

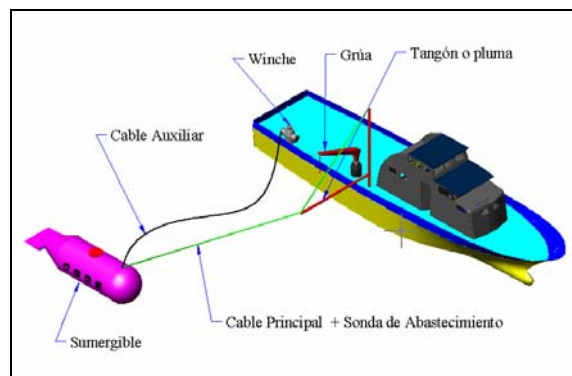


Figura 5. Uso de una embarcación con un tangón para la operación del sistema embarcación sumergible.

Finalmente, al elaborar la evaluación se llega a la conclusión que el mejor de los tres sistemas que se puede utilizar es el tercero, es decir el sistema que utiliza una sola embarcación con un tangón, selección que fue hecha basándose en criterios de estabilidad, seguridad, maniobrabilidad, versatilidad y costos.

### 4. Dimensionamiento del Sumergible.

El dimensionamiento del sumergible comienza por calcular el volumen del casco de presión que es el casco que soporta la presión del agua, y se lo estima mediante la siguiente fórmula:

$$V_{PH} = \frac{n \cdot V_m}{(1 - C)}$$

En donde:

$V_{PH}$  : Volumen del casco del sumergible.

$n$  : Número de personas a bordo del sumergible.

$V_m$  : Pies cúbicos por persona, dado en la figura 6.

$C$  : Factor de ocupado por ítems a parte de las personas.

Cabe recordar que en todos los sistemas mostrados existe una sonda de abastecimiento. Que es la que lleva aire y electricidad hasta la cápsula ya sumergida. Además de recordar que cuando se trata de manejo de personas se debe llevar un cable adicional para casos de emergencia.

Entonces, al introducir valores de  $V_m=30 \text{ pie}^3$ , de  $n=18$  y de  $C=0.15$ , se obtuvo el siguiente resultado,  $V_{PH}=808 \text{ pie}^3$ .

El valor de  $V_m=30 \text{ pie}^3$ , se lo obtiene de la Figura 6. Que es la gráfica para el cálculo de espacios confinados.

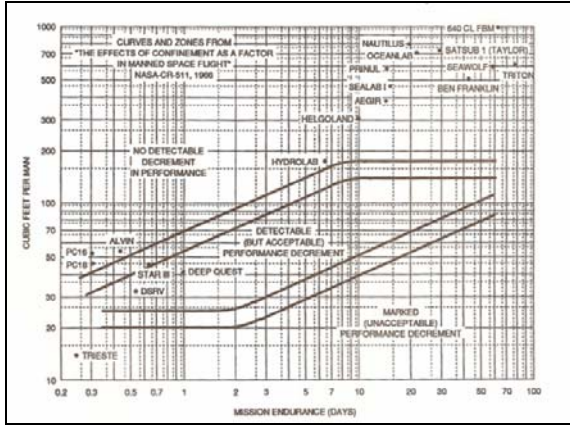


Figura 6. Relación tiempo-volumen por pasajero.

Con el valor de  $V_{PH}=808 \text{ pie}^3$  se ingresa a las curvas de la figura 7, para obtener el diámetro del sumergible, que es de 8 pies (2.44 metros).

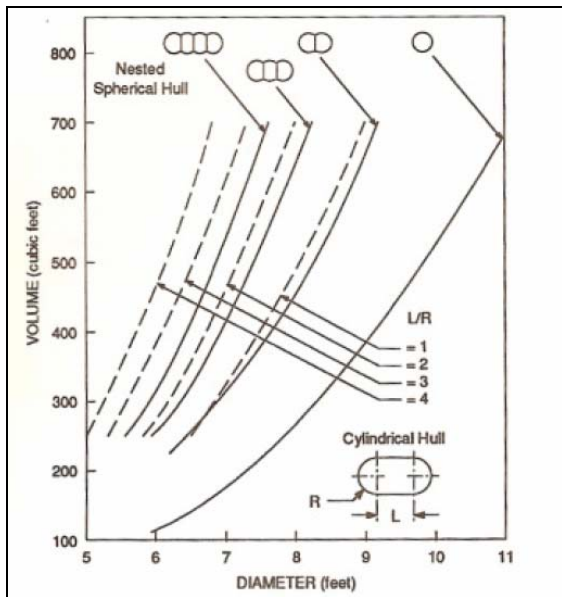


Figura 7. Relación diámetro volumen.

Luego de realizar los respectivos cálculos, se tiene que las dimensiones del sumergible serán las siguientes:

- Eslora: 18.84pie (5.71m)
- Manga: 8pie (2.44m)
- Volumen: 808  $\text{pie}^3$  (22.85 $\text{m}^3$ )
- Material Steel HY-100.

Todas estas medidas se las visualiza en la Figura 8, que además muestra los tanques de inmersión.

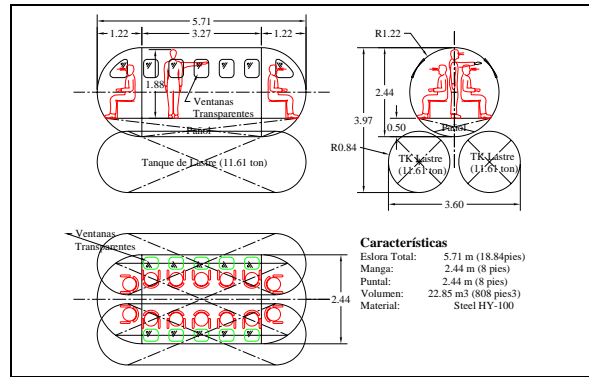


Figura 8. Distribución del sumergible con los tanques.

Se muestran los tanques de inmersión con tales dimensiones, ya que el principio de los submarinos es tener tanques de igual o superior volumen que la parte habitable. Y la suma del volumen de los tanques en este caso es igual que la de la habitabilidad del sumergible.

## 5. Dimensionamiento Estructural.

Primeramente se hace la selección del material a través de la tabla de la figura 9.

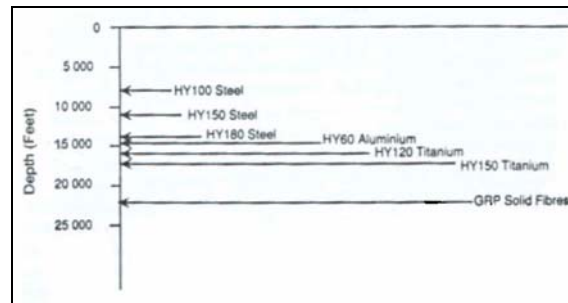


Figura 9. Tabla para selección del material.

Se ha seleccionado el material HY 100 Steel. En la tabla 1 se muestra sus principales características.

Tabla 1. Características del HY 100 Steel.

$\sigma_y$	1,00E+05 Psi
	7,045.46 Kg/cm <sup>2</sup>
E	2,90E+07 Psi
	2,043,185.90 Kg/cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.286 Lb/in <sup>3</sup>
	7,916.5 Kg/m <sup>3</sup>

En este caso se realiza un escantillonado que luego se prueba modelando el sumergible como si fuese una viga. Se realiza un análisis de pesos, se elabora una función para conocer la distribución de la boyantes, otra para los pesos de a bordo, otra para estimar el peso del casco. Adicionalmente los tanques se consideran unidos en tres puntos, por lo que se asume como cargas puntuales. Finalmente al realizar

todas las operaciones mencionadas se llega a las siguientes funciones:

Para  $0 \leq x < 1.22$

$$w(x) = -0.00359x + 0.7507 - \pi(1.22^2 - (x - 1.22)^2)$$

Para  $1.22m \leq x \leq 2.85m$

$$w(x) = -3.8106 + 6.49\delta(x - 1.22)^{-1} + 6.49\delta(x - 2.85)^{-1}$$

Como se puede observar en las ecuaciones se estima las funciones hasta 2.85m, es decir hasta la mitad de la eslora del sumergible, esto es debido a que el casco es simétrico. Por tanto el resto del comportamiento de las funciones se asume como simétrico.

Luego de realizar las integraciones necesarias a las funciones antes mostradas, se llega a las siguientes gráficas de fuerza cortante y momento flector.

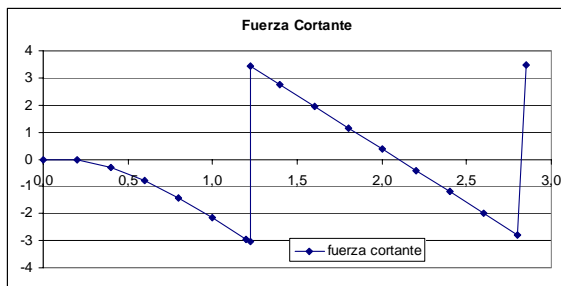


Figura 10. Distribución de fuerza cortante.

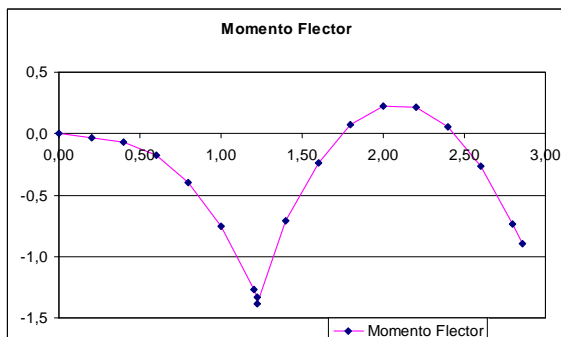


Figura 11. Distribución de Momento Flector

Entonces en base a los resultados obtenidos se puede conocer que el máximo momento flector es de  $M_{\max}=1.381$  ton-m, ubicado a 1.22m de uno de los extremos del sumergible. Y es el momento con el que se realiza los cálculos siguientes.

Tabla 2. Cálculo del esfuerzo primario

$\sigma_v$	7,045.5	Kg/cm <sup>2</sup>
F.S	1.25	
$\sigma_{\text{trabajo}}$	5,636.4	Kg/cm <sup>2</sup>
$M_{\text{TO}_{\text{Max}}}$	1.381	Ton-m
$M.S_{\text{requerido}}$	2.45E-05	m <sup>3</sup>
$M.S_{\text{requerido}}$	2.45E+01	cm <sup>3</sup>
$\sigma_{\text{prim}}$	56.36	Kg/cm <sup>2</sup>

Ahora se muestra el panel que se usa en el cálculo de los esfuerzos secundarios.

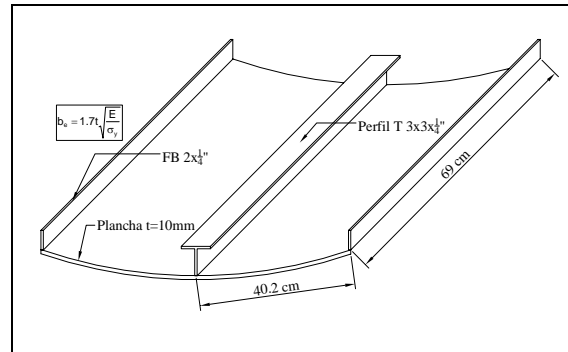


Figura 12. Panel usado para el cálculo de los esfuerzos secundarios.

Para el cálculo de los esfuerzos secundarios se tiene que usar la siguiente fórmula:

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{12}$$

En donde:

w: distribución de presión en el panel, es decir:  $w=ps$

l: Es la longitud del panel en este caso  $l=0.69m$ .

p: Es la presión de operación, que es igual a  $p=\gamma h$ .

h: Es la profundidad de operación del sumergible.

Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Cálculo de esfuerzos secundarios.

$\gamma$	1.025	ton/m <sup>3</sup>
h	50	m
s	0.402	m
l	0.690	m
p	51.250	ton/m <sup>2</sup>
w	20.603	ton/m
M	0.817	ton-m
z	0.0165	m
I	3.5104E-06	m <sup>4</sup>
$\sigma_{\text{yfondo}}$	383.7	Kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{valma}}$	1,735.2	Kg/cm <sup>2</sup>

Ahora se hace el cálculo de los esfuerzos terciarios mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{\text{terc}} = kp \left( \frac{b}{t} \right)^2$$

Donde:

k: Factor obtenido en función de a/b.

p: Presión de trabajo.

t: Espesor de la plancha.

b: Ancho efectivo del panel usado para el cálculo.

Una vez realizada la implementación del cálculo para el esfuerzo terciario se obtiene la tabla 4, que es donde se puede observar los resultados obtenidos. En este caso se puede decir que los esfuerzos terciarios son los más críticos ya que son los más elevados.

Tabla 4. Cálculo de esfuerzos terciarios.

a	0.69	m
b	0.2895	m
a/b	2.3834	
t	0.010	m
k	0.34	
p	51.250	ton/m <sup>2</sup>
σ	14603.9	ton/m <sup>2</sup>
σ <sub>fondo</sub>	1460.4	Kg/cm <sup>2</sup>

Ahora se muestra un resumen de los factores de seguridad en función de los niveles de esfuerzo.

Tabla 5. Resumen de los factores de seguridad.

FS <sub>prim</sub>	150.00
FS <sub>sec</sub>	5.04
FS <sub>terc</sub>	2.46

Como se observa el esfuerzo terciario es el de mayor importancia y el esfuerzo primario es el de menor importancia.

Para el diseño de las ventanas se usa el material acrílico de buenas propiedades para ésta aplicación, se asume las ventanas empotradas, y se usa el mismo principio que se usó para el análisis de esfuerzos terciarios en la plancha del casco. Se tiene los siguientes resultados.

Tabla 6. Cálculo de las ventanas.

a	0.6042	m
b	0.4	m
a/b	1.5105	
t	0.008	m
k	0.34	
p	0.285	ton/m <sup>2</sup>
σ <sub>trab</sub>	242.3	ton/m <sup>2</sup>
σ <sub>trab</sub>	24.2	Kg/cm <sup>2</sup>
σ <sub>y</sub>	840	Kg/cm <sup>2</sup>
FS	34.67	

## 6. Estimación de la Resistencia al avance.

Para la estimación de la resistencia al avance se usa el método descrito por el ITTC considerando un factor de forma también conocido como Gilmer and Jhonson. Y se describe a continuación.

$$R_T = R_V + R_A$$

Donde:

$$R_A: \text{Resistencia de Holgura}; R_A = \frac{1}{2} \rho C_A U_i^2 S$$

$$R_V: \text{Resistencia de viscosa}; R_V = \frac{1}{2} \rho * S * CF * formfac * U_i^2$$

Donde:

ρ : Densidad del agua.

C<sub>A</sub>: Coeficiente de correlación; C<sub>A</sub>=0.0004.

S: Superficie del sumergible en contacto con el agua.

U<sub>i</sub>: Velocidad del sumergible.

formfac: Factor de Gilmer and Jonson:

$$formfac = 1 + 0.5 * \frac{B}{LOA} + 3 * \left( \frac{B}{LOA} \right)^3$$

CF: Coeficiente de fricción ITTC:

$$CF = \frac{0.075}{(\log_{10}(RN) - 2)^2}$$

RN: Número de Reynold:  $RN = \frac{LOA * U_i}{1.2817e^{-5}}$

Donde:

LOA: Eslora total del sumergible.

B: Manga o diámetro del sumergible.

Al implementar estas fórmulas en una hoja electrónica se tienen las siguientes gráficas:

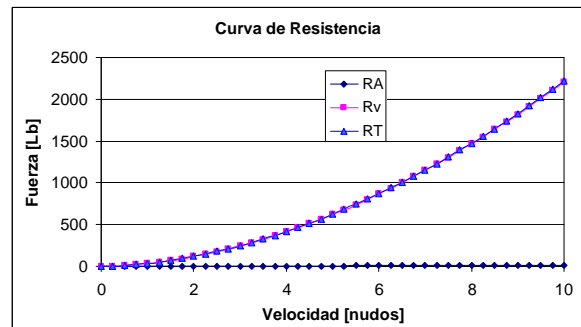


Figura 12. Curva de Resistencia al avance.

Para el cálculo de la potencia total se tiene la siguiente fórmula:

$$PET = PEBH + PEAPP$$

Donde:

Potencia de casco desnudo:

$$PEBH = R_T * U_i * 0.00181 [HP]$$

$$\text{Potencia por apéndices: } PEAPP = 0.30 * PEBH$$

Al implementar estas fórmulas se obtiene la siguiente curva de potencia para el sumergible:

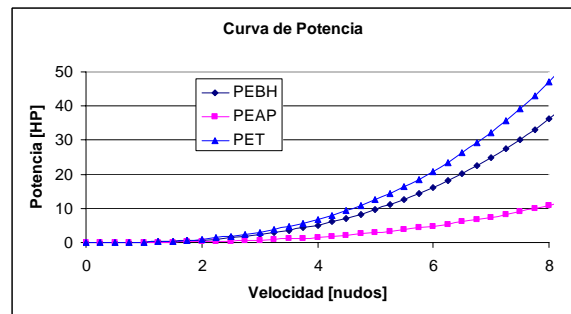


Figura 13. Curva de Potencia.

En base a estas curvas se dice que: para esta velocidad la resistencia puede considerarse despreciable.

## 7. Sistema de Inmersión.

Como ya se había mencionado anteriormente, el volumen de los tanques de inmersión debe ser igual o superior al volumen de la habitabilidad, por tanto se debe calcular tanques cuyo volumen no sea mayor a 22.84 m<sup>3</sup>. Otra restricción que se incluye es la de no tener tanques cuya eslora sea mayor que la eslora del sumergible. Con estas observaciones realizadas, se tiene los tanques con las siguientes características.

Tabla 7. Característica de los tanques de lastre.

Radio de cada tanque	0.840 m
Volumen en los extremos	2.485 m <sup>3</sup>
Volumen del cuerpo medio	8.939 m <sup>3</sup>
Longitud del cuerpo medio	4.030 m
Eslora total de los tanques	5.710 m
Volumen total de cada tanque de lastre	11.424 m <sup>3</sup>
Peso total de cada tanque	11.710 ton
Peso total de los dos tanques	23.419 ton

Se realizó la implementación de la ecuación de la conservación de la energía, para el cálculo de la bomba cuya curva de cabezal se muestra en la figura 14.

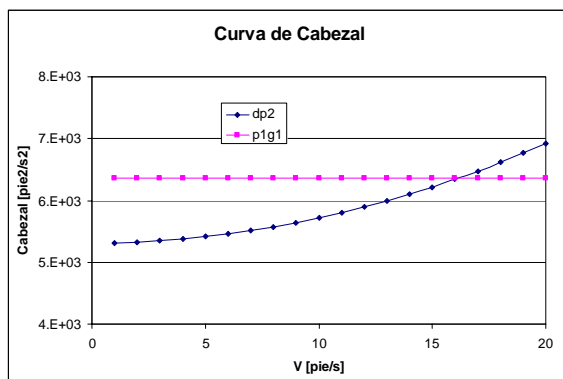


Figura 14. Curva de cabezal de la bomba.

La potencia de la bomba es de 6 HP, con tuberías de 2.5", con un flujo calculado de 246.33GPM, lo que hace que la maniobra de inmersión o emerger dura 24.5 minutos.

Para el suministro de aire en el sumergible se hace uso de la siguiente tabla:

Tabla 8. Requerimientos para la oxigenación.

Item	Quantity	Units
Oxygen Consumption	0.083	lbs. per hour at 1 atm
Drinking Water	6	lbs. per day
Food, Dry	1.4	lbs. per day
Respiration Quotient	0.72	Weight ratio of oxygen consumed to carbon dioxide produced
CO <sub>2</sub> Produced	0.115	lbs. per hour at 1 atm
Water Vapor Produced	4	lbs. per day
Urine	4	lbs. per day
Feces	0.4	lbs. per day
Flatus	0.1	cu. ft. per day
Heat Output	Sensible	250 BTU per hour
	Latent	220 BTU per hour

Se puede observar en la tabla que el consumo de aire es de 0.083 Lb/h por persona, por tanto el requerimiento de oxígeno es de 14x0.083=1.162 Lb/h, para cumplir el requerimiento de oxígeno. Para la eliminación del CO<sub>2</sub>, se usa la diferencia de densidades de ambos gases, por tanto, el oxígeno es más liviano que el CO<sub>2</sub>, se recomienda usar extractores en la parte de abajo del sumergible y la introducción del aire por la parte superior.

## 8. Factibilidad Económica.

Para analizar la factibilidad económica se tomó el extracto de las estadísticas de los turistas que practican este tipo de turismo. Entre los años 1999 y 2000 la actividad creció de manera desmedida, hasta que en el año 2003 se logró controlar este tipo de actividad turística en las Islas Galápagos. Según reportes del Ministerio de Turismo, se menciona que los paquetes turísticos para el buceo para el año 2007, están todos vendidos. Se puede concluir que la actividad es rentable.

Se realizó primeramente la estimación de los materiales, equipos, costos de mano de obra en la construcción del sumergible e instalación de equipos en la cubierta de la embarcación de superficie y en la construcción del sumergible, costos de clasificación, supervisión, costos de operación en donde se incluye el sueldo de la tripulación y guías. Luego se procede al cálculo de los indicadores económicos, tales como el VAN, TIR, PRC, relación beneficio-costos.

Los indicadores calculados han dado buenos resultados que no se pueden considerar como excelentes pero en resumen se pueden considerar buenas.

## 9. Conclusiones.

Las zonas de operación, por el diseño y la selección hecha deben ser las denominadas en el capítulo 1 como 1 y 2. Por su cercanía a los puertos de Puerto Ayora y Puerto Villamil. El no uso de la propulsión hace el sistema novedoso y aumenta el atractivo del sistema. La selección realizada en cuanto al sistema de remolque, ha sido la más conveniente desde el punto de vista de costos y seguridad. Estructuralmente se puede concluir que los esfuerzos primarios son de muy baja importancia en embarcaciones de este tamaño, en donde se tiene mayores esfuerzos en los secundarios y terciarios. Luego del hacer el cálculo de resistencia por el método que recomienda el ITTC, se concluye que: La resistencia es directamente proporcional a la velocidad al cuadrado. Además de comprobarse que para la velocidad de operación de este sumergible la resistencia puede considerarse como despreciable. Por tanto el gasto de potencia para mover este

vehículo a esta velocidad es muy baja. El buceo turístico resulta una actividad que a pesar de presentar ciertos riesgos y limitaciones en sus practicantes, ha ido en crecimiento de tal manera que ahora existe un especial control, la cual se puede decir que es muy rentable. En cuanto a la rentabilidad del proyecto se analiza un proyecto para diez años de duración, en donde se obtuvo un VAN positivo, una TIR aceptable y un PRC de cinco años, indicadores que son aceptados como buenos, por tanto se concluye que el proyecto es aceptable.

## **Bibliografía.**

[1] ABS, Rules for Building and Classing, Underwater vehicles, Systems and Hyperbaric Facilities, 2002

[2] ALLMENDINGER, E., Submersible Vehicle Systems Design, Published by SNAME 1990.

[3] ANDRADE, E., Lloyd Register, Suveyor, 2007.

[4] ARENTZEN & EVANS, Submergible Vehicles, Ship Design and Construction, 1975.

[5] BURCHER and RYDILL, Concepts in Submarine Design, Cambridge University, 1994.

[6] DANULAT & GRAHAM, Reserva Marina de Galápagos, Línea Base de Biodiversidad, 2002.

[7] DOMINGUEZ, M., Diseño de Estructura de Buques.

[8] GÁLVES, P., Subsecretaria de Turismo, 2007.

[9] GARCIA ASCASO., Una Oportunidad para la Ingeniería Naval, el Turismo Náutico, 2005.

[10] INOCAR, Carta de navegación 203, 1995.

[11] JARA, W., Ing., Montaje e Instalación a Bordo, Notas de Clases, 2004.

[12] MACAS, F., Ing., Sigma Coatings, Ecuánobel S.A., Supervisor Técnico, 2007.

[13] MARÍN, J., Notas de Clase, Estructuras Navales II, 2006.

[14] MARÍN, J. Notas de Clase, Maquinaria Naval II, 2001.

[15] MARISCAL, C., Preparación y Evaluación de Proyectos, 2005.

[16] MINISTERIO DE TURISMO DEL ECUADOR, Ecuador, La vida en estado puro, Mapa Turístico, 2005.

[17] MORENO, J., Tesis de Grado, 2000.

[18] NAVAL SHORE, Fotos realizadas durante el evento NAVAL SHORE, Rio de Janeiro, Mayo 2005.

[19] NICKELL, E., Weight Considerations for Deep Submersibles, Published by MARINE TECHNOLOGY 1970.

[20] TOWNSEND, P., Tesis de Grado, 1993.

[21] VIRGINIA TECH, Aerospace & Ocean Engineering, Design Report Littoral Warfare Submarine (SSLW), 2005.

Páginas web.

[22] <http://perso.wanadoo.es/pfcurto/>

[23] <http://www.cancunvista.com/spanish/travel/atlantis.htm>

[24] <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ship/dsv.htm>

[25] [www.galapaguide.com](http://www.galapaguide.com)

[26] [www.gouldspump.com](http://www.gouldspump.com)

[27] [www.midsa.com.mx/prod\\_acrilico.php](http://www.midsa.com.mx/prod_acrilico.php)