

CARACTERIZACION DEL CAMPO ACÚSTICO, RUIDO AMBIENTE Y VIBRACIONES DE UNA LANCHAS.

Á. Valledor

Centro de Investigación y Desarrollo Naval. Cuba.

W. García.

Centro de Investigación y Desarrollo Naval. Cuba.

C. Davison

Centro de Investigación y Desarrollo Naval. Cuba

A. Alemany

Centro de Investigación y Desarrollo Naval. Cuba

RESUMEN :

En este trabajo se recogen las experiencias y resultados obtenidos durante la caracterización vibro acústica (mediciones del campo acústico primario, ruido ambiente y vibraciones en compartimientos) de proyectos de Lanchas, así como se expone la metodología, normas y recomendaciones realizadas por el equipo de investigadores que participó en las mismas. El conocimiento de los parámetros medidos es de gran valor técnico, pues determina la influencia negativa de estos en la tripulación, en el equipamiento a bordo y en la posible afectación del personal que realice actividades de buceo en zonas de mar cercanas a la embarcación.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo responde a la necesidad de conocer y evaluar el comportamiento de los niveles de ruido y vibraciones existentes en los compartimientos de las Lanchas o Yates que se diseñan y construyen por el Centro de Investigaciones Navales con el objetivo de poder disminuir o eliminar influencias nocivas de estos, en los equipamientos que se instalaran a bordo de estos y en la salud de los tripulantes que deberán navegar en dichos proyectos, además de determinar la influencia que puede ocasionar el campo acústico en el empleo de estos medios en la esfera del turismo.

En el ámbito internacional existen normas (ISO) establecidas que deben cumplirse una vez proyectados y puestos en explotación de los buques. En nuestro país el Registro Cubano de Buques reglamenta estos importantes requerimientos.

Este documento le brinda al proyectista principal del proyecto de lanchas y yates y su equipo de trabajo, los datos de las mediciones efectuadas y los niveles de ruido, vibraciones y presión acústica registradas durante las pruebas realizadas, así como las recomendaciones necesarias para trabajar en la disminución de estos parámetros. Este trabajo es considerado una herramienta para realizar estas pruebas y constituye una propuesta Anirista de innovación.

DESCRIPCIÓN

I- OBJETIVOS DE LAS MEDICIONES.

- a-) Conocer y determinar los espectros de frecuencia y nivel del ruido ambiente en los diferentes compartimientos de la lancha.
- b-) Conocer y determinar los espectros de frecuencia y niveles de vibraciones en los compartimientos de la lancha.
- c-) Determinar la presión acústica y espectro de frecuencia de los ruidos de la lancha (campo acústico).

II- REALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES.

Las mediciones se realizaron en las condiciones siguientes:

a-) **Lancha atracada** en el muelle Astilleros Almendares (EMPROTUR).

■ Profundidad 2 m

■ Mar fuerza 0 - 1

■ Máquina principal 1800 y 650 r.p.m.

■ Otras fuentes de ruidos conectadas (Sistema de aire acondicionado, bombas, plantas)

b-) **Lancha en marcha** (Polígono de pruebas)

■ Velocidad mínima, media, máxima.

- Profundidad 14 m.
- Mar fuerza 1.

III- BREVE INFORMACIÓN SOBRE LA METÓDICA PARA REALIZAR LAS MEDICIONES.

- Se atracó la lancha en una zona de poca influencia de ruidos externos y submarinos para la primera etapa.
- Se navegó en una zona de poca influencia de ruidos submarinos a diferentes velocidades en la segunda etapa.
- Se organizó y preparó el laboratorio de mediciones con todo el equipamiento empleado, efectuándose la calibración establecida a cada equipo antes de comenzar la prueba.
- Las mediciones fueron divididas en tres etapas para posición estática y en marcha.
 - Medición de ruido ambiente.
 - Medición de vibraciones.
 - Medición de campo acústico.
- Se conformó un plan de mediciones según la cantidad de compartimientos y el tipo de medición.
- Para la medición de ruido ambiente se utilizó el sonómetro, conectado a la grabadora profesional, efectuándose la medición en las posiciones y distancias establecidas según las normas vigentes para las mismas. (Anexo1)
- Para la medición de vibraciones se utilizó un acelerómetro como elemento sensible, colocado en diferentes posiciones. Su fijación se realizó con cera. (Anexo 2)
- Para registrar señales del campo acústico se empleó el Hidrófono HPP-1 a profundidad de 5m en el mar, así como el Analizador de espectro FFT, grabadora y Computadora. (Anexo 3)
- Todas las fuentes de ruido de la lancha fueron conectadas según el plan establecido.

IV - ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

A-) **Medición de ruido ambiente.**

Las mediciones de ruido ambiente se realizaron en los siguientes compartimientos:

- Compartimiento de planta.
- Compartimiento de máquina.
- Puente.
- Cocina.
- Baño.
- Camarote.

El ruido ambiente esta constituido por variaciones de frecuencia entre 20 Hz y 20 Khz. que se transmiten por el aire y pueden ser recibidas por los órganos auditivos. El límite medio de sensibilidad (el umbral de audición) es aproximadamente $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. La presión de 20 Pa se considera el umbral doloroso y puede provocar afectaciones considerables al ser humano.[

Para la medición de los ruidos en los buques se emplean las normas ISO 2923 y 2922.

El conocimiento de los niveles de ruido en los buques es de suma importancia por la directa y nociva influencia que puede traer en la tripulación. La permanencia por parte de los tripulantes de la lancha en lugares con niveles de ruido superior a lo establecido puede ocasionar afectaciones al sistema auditivo, nervioso y en la salud general. (Principalmente se observan estas afectaciones en los motoristas)

Los compartimientos con rangos de ruidos mayores a **85 db** deberán marcarse como peligrosos para el trabajo permanente del personal y con valores igual o superior a **135 db** se prohíbe categóricamente la estancia del personal.

Normas establecidas para los diferentes compartimientos de los buques según la norma ISO 2923:

- Cuarto de máquina: 85 db estancia permanente, 95 db estancia periódica, mayores de 100 db sin personal.
- Puente: 70 db.
- Camarote : entre 50 y 60 db.
- Salón de descanso: entre 50 y 55 db.
- Aislamiento entre compartimiento 50 db.

Los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas son los siguientes:

- ◆ **Lancha atracada:** se efectuaron 66 mediciones, las cuales se promediaron obteniéndose un valor medio en cada punto (ver tabla 1)
- ◆ **Lancha en marcha:** Se efectuaron 18 mediciones, las cuales se promediaron obteniéndose un valor medio en cada punto (ver tabla 2)

B-) Medición de vibraciones

Las mediciones de vibraciones se realizaron con el objetivo de valorar el ruido estructural que se propaga por el cuerpo, casco, estructuras, revestimientos, equipos y mamparos en la lancha. Este se debe a las vibraciones producidas por motores, máquinas, y hélices las cuales se encuentran en el diapason (rango) de bajas frecuencias $f < 20$ Hz.

El conocimiento de estas vibraciones es de suma importancia para evitar su influencia en el equipamiento instalado a bordo, así como en la salud del personal de la tripulación.

De manera informativa abordaremos la influencia de las vibraciones en el ser humano.

El cuerpo humano posee una serie de frecuencias propias, las más típicas en posición erecta son las siguientes:

Frecuencias propias Hz Sistema que vibra en estas frecuencias.

4- 6	Todo el cuerpo - Parte inferior de la columna Vertebral.
10 -14	Parte superior del cuerpo - Parte superior de la Columna vertebral.
20 -30	Cabeza - Hombros.
60 -90	globo del ojo

Existe la norma ISO 2631 titulada Orientación para la valoración de las influencias de las vibraciones en el ser humano, las cuales contienen criterios específicos sobre este tema.

En muchos documentos y publicaciones internacionales se refieren a la influencia de las vibraciones aplicando una serie de curvas por los ejes vertical y horizontal.

En estas curvas se muestran las zonas de sensibilidad bajo influencia ininterrumpida de vibraciones a diferentes frecuencias.

Por otra parte los equipos que se instalan a bordo de los buques (radares, radioreceptores sistemas computarizados de dirección, entre otros), deberán observar las exigencias establecidas en lo referente a las vibraciones por parte de sus fabricantes.

En la documentación de explotación de los equipos deben aparecer como datos técnicos la máxima amplitud, espectro de frecuencia de las vibraciones que soportan los mismos, no obstante existen normas (ISO 2669) que rigen estas exigencias, además existe la documentación del Registro Cubano de Buque la cual establece los límites establecidos para cada caso (ver tabla 28.2.2 Normas de las magnitudes admisibles de la amplitud de vibración en el documento Registro Cubano de Buque Tomo 1)

Las unidades que se emplean en los resultados de las mediciones para el caso de las vibraciones son Gravedad (g) y Amplitud (A)

Gravedad (m/s^2) $1 g = 9,80665 m/s^2$

Amplitud (mm).

En la documentación de explotación de cada equipo pueden aparecer los resultados de las vibraciones en milímetros o en gravedades.

Otras consideraciones a tener en cuenta durante las mediciones de vibraciones.

Para la fijación de los acelerómetros en los puntos que se seleccionan para ejecutar las mediciones existen varios métodos como son:

- Fijación con imán - Hasta 3.5 KHz. Chequeos rutinarios.
- Fijación con pernos - Amplia gama de frecuencias. Análisis para determinar causas.
- Fijación con cera de 5 - 8 KHz.
- Pegamentos especiales - Hasta 1KHz.
- Fijación con punteros. Menor exactitud.

En nuestro caso se utilizó la **fijación con cera**, instalándose en todos los puntos seleccionados, de los siguientes compartimientos: Compartimiento de máquina, mamparo entre cuarto de máquina y Puente y Puente Mando.

Los resultados obtenidos en la medición de las vibraciones de la Lancha se muestran en las tablas 3 (gravedades) y 4 (Amplitud),

C -) Medición del Campo Acústico Primario a la Lancha.

La medición y conocimiento de los niveles de ruido de los buques (campo acústico primario), en la esfera militar naval es muy importante, en la esfera de la economía nacional y en específico en los buques que se diseñan y construyen para el turismo donde el turista se dedica a realizar actividades de buceo es de gran interés conocer el comportamiento de los niveles de ruidos para evitar posibles danos en la salud de estos.

Conociendo lo anteriormente planteado a bordaremos de forma breve el concepto de Campo Acústico.

En el campo acústico están presente el ruido Hidrodinámico, ruido de máquina, motores y otros dispositivos, así

como el ruido de hélices.

Ruido hidrodinámico: Depende de la forma estructural de la lancha y aparece con mayor intensidad con el aumento de la velocidad al desplazarse por el mar. (f 0.1 - 30 Khz.)

Ruido de máquinas y motores: Provocado por las vibraciones de estos, debido a la amortiguación y el aislamiento acústico, estas se propagan al mar en forma de ondas acústicas a través de la estructura de la lancha.

Ruido de hélices: Provocado por el aumento de las velocidades y el surgimiento del fenómeno de la Cavitación. (f 0.1 - 25 Khz.)

Breve información sobre la medición efectuada.

En la medición se utilizaron: Hidrófono HPP-1, Grabadora profesional, Scoadaptor FFT, Computadora, Osciloscopio.

Se tomaron resultados a tres velocidades, mínima (650 r.p.m.), media (1800 r.p.m.), máxima (2300 r.p.m.). Profundidad del hidrófono 5m.

La Lancha navegó por la zona donde se encontraba instalado el hidrófono, el ruido emitido por sus diferentes fuentes fueron registrados, grabados y procesados por el sistema de equipamiento empleado durante las mediciones. Todos los datos de la presión acústica y frecuencia registrados se encuentran reflejados en la tabla 5

Con los resultados obtenidos de estas presiones se realizaron los cálculos correspondientes para diferentes distancias con respecto al hidrófono empleado, lo que nos permite realizar un pronostico aproximado de la distancia que podrá ser captado este ruido. (Ver tabla 6)

Las curvas de los resultados de las vibraciones se encuentran en el anexo 4 y de la presión acústica en el anexo 5

RECOMENDACIONES:

- 1- Trabajar en la disminución de ruido ambiente teniendo en cuenta las fuentes generadoras de estos ruidos (motor, planta, extractor, aire acondicionado), en los siguientes compartimientos:
 - Baño.
 - Cocina.
 - Mamparo entre Cabina de Máquina y el Puente.
 - Puente (1800 r.p.m. se encuentra en él limite permisible, 2300 r.p.m. sobrepasa el limite permisible aunque no alcanza el nivel critico durante la navegación)
 - En la Cabina de Máquina se prohíbe el acceso sin los medios de protección establecidos y el trabajo prolongado e ininterrumpido en la misma.
- 2- Concluir las mediciones de vibraciones en el Puente durante la navegación y en otros puntos de interés del cliente no efectuados en esta primera etapa.
- 3- Realizar mediciones comparativas a otro proyecto con características similares a esta lancha con el objetivo de valorar los resultados obtenidos.
- 4- Instalar todo el equipamiento electrónico abordo, una vez obtenido todos los resultados finales de las mediciones, con el objetivo de realizar las recomendaciones necesarias para el amortiguamiento de los mismos.
- 5- Medir los impactos de golpeo sobre el casco durante la navegación con oleaje.
- 6- Instalar aislamiento acústico en mamparo entre máquina y cabina.
- 7- Hermetizar de forma adecuada la cabina para disminuir ruidos generados por las máquinas y el ruido ambiente.

CONCLUSIONES.

- 1- Se realizó por primera vez la medición especial de parámetros importantes desde el punto de vista técnico a este proyecto de Lancha acorde a las normas y exigencias establecidas, con rigor científico.
- 2- Los resultados de las mediciones de ruido ambiente se encuentran de forma acorde a las normas establecidas, aunque en algunos puntos se deberá trabajar para lograr la disminución de niveles que pudieran afectar a los tripulantes durante exposiciones prolongadas a estos niveles de ruidos. (Cocina, Baño, Puente durante la navegación, Compartimiento de Máquina durante la navegación.).
- 3- Los resultados de las mediciones de vibraciones de forma general se encuentran acorde a las normas establecidas en el rango de 0.006 g a 0.3 g es decir de perceptibles a molestos aunque en los principales lugares donde se observan estos últimos no trabaja el personal. Se observa la atenuación de las vibraciones en el compartimiento de máquina debido a la efectividad de los amortiguadores que emplea el fabricante. No

obstante se debe chequear periódicamente los mismos con el objetivo de determinar su posible vencimiento y desgaste.

- 4- Se efectuó la caracterización del campo acústico primario de la Lancha observándose según los resultados y teniendo en cuentas las normas establecidas, que se encuentran en los niveles de 100 a 130 db con referencia a 1μPa es decir considerado como un buque en limite de poco ruidoso y ruidoso. Se recomienda en los buques de turismo donde realizan actividades de buceo tener en consideración estos niveles de ruidos para no provocar afectaciones a sus clientes

BIBLIOGRAFÍA

- 1- A. E Kolesnikov Mediciones Acústicas Rusia. 251p. 1986
- 2- Cyril M Harris Manual de Impacto y Vibraciones EE.UU. 360 p 1995.
- 3- Manual Acústica Leningrado Rusia. 284 p. 1982.
- 4- Manual de Mediciones Vibro acústicas Noruega. 224 p. 1985.
- 5- Manual de Técnica Acústica Rusia. 224 p.1984
- 6- Registro Cubano de Buques. Tomo 1 Cuba 1988.
- 7- Teoría de Hidroacústica Tomo II Cuba. 144 p. 1985.
- 8- R. Urik. Fundamentos de la Hidroacústica. EE.UU. 433 p. 1980.

Tabla 1 Resultados de las mediciones de ruido ambiente en la Lancha atracada en el muelle.

LUGAR DE MEDICION	NIVEL DE	NIVEL RUIDO(db)	PERMISIBLE
(db)			
I- Compartimiento de planta (popa)		Hasta 85	
1 - Sin equipos conectados y ruido ambiente.	40		
2 - Extractor de aire de babor conectado.	66		
3 - Extractor de aire de babor y dos extractores de máquina conectados.	66		
4 - Todos los extractores y planta conectados	84		
5 - Planta conectada.	83.5		
II Compartimiento de máquina.		110	
6 - Sin equipos conectados y ruido ambiente.	40		
7 - Máquina 1 estribor conectada (650 r.p.m.).	96		
8 - Máquina 1 babor conectada (650 r.p.m.).	93		
9 - Máquina 1 (650 r.p.m.), extractor, bomba conectados.	96		
10 - Extractor y bomba conectados.	82		
11 - Máquina 1(1800 r.p.m.), extractor, planta y bomba conectados.	106		
12 - Aislamiento del mamparo del Compartimiento entre planta y máquina, con planta conectada.	64	hasta 50	
III Puente		75	
13 - Sin equipos conectados y ruido ambiente.	38		
14 - Aire acondicionado conectados (Centro).	62		
15 - Aire acondicionado conectados (Estribor).	62		
16 - Aire acondicionado conectados (Babor).	61		
17 - Aire acondicionado, extractor y planta conectados.	69		
18 - Máquina 1 (650 r.p.m.). y aire conectado.	66		
19 - Máquina 1 (1800 r.p.m.) y aire conectado.	72		
20 - Aislamiento del mamparo del Compartimiento entre máquina y Puente.			
(Máquina conectada 650 r.p.m.).	71	hasta 50	
21 - Aislamiento del mamparo del Compartimiento entre Máquina y Puente.			
(Máquina conectada 1800 r.p.m.).	79	hasta 50	
V Cocina.		70	
22 - Aire acondicionado y extractor conectados	79		
23 - Aire acondicionado y máquina 1 (650 r.p.m.)	62		
24 - Aire acondicionado y máquina 1 (1800 r.p.m.)	79		
V Camarote		65	

25 - Aire acondicionado conectado (Centro).	55
26 - Aire acondicionado conectado (babor).	57
27 - Aire acondicionado conectado (estribor).	56
28 - Aire acondicionado, extractor y máquina 1 650 r.p.m. conectados (Centro).	57
29 - Aire acondicionado, extractor y máquina 1 650 r.p.m. conectados (babor).	58
30 - Aire acondicionado, extractor y máquina 1 650 r.p.m. conectados (estribor).	60
31 - Aire acondicionado, extractor y máquina 1 650 r.p.m. conectados (proa).	57
VI Baño	70
32 - Extractor conectado.	78

Los valores que sobrepasan los límites permisibles se destacan con color más oscuro.

Tabla 2 Resultados de las mediciones de ruido ambiente en la Lancha durante la navegación.

LUGAR DE MEDICION	NIVEL DE RUIDO	NIVEL (db)	PERMISIBLE
(db)			
I- Compartimiento de Máquina		110	
1 - 650 r.p.m.	99		
2 - 1800 r.p.m.	112.5		
3 - 2300 r.p.m.	117.5		
II Puente		75	
1 - 650 r.p.m.	68		
2 - 1800 r.p.m.	75		
3 - 2300 r.p.m.	82		

Los valores que sobrepasan los límites permisibles se destacan con color más oscuro.

Tabla 3 Resultados de las mediciones realizadas al proyecto de Lancha con los valores más significativos en gravedad (g)

Puntos de medición	Frecuencia										
	4.99 (Hz)	9.95 (Hz)	20 (Hz)	25 (Hz)	59 (Hz)	60 (Hz)	64 (Hz)	69 (Hz)	79 (Hz)	169 (Hz)	170 (Hz)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
LM-2		0.11	0.1					0.16			
LM-3		0.04	0.32	0.16	0.13	0.2		0.6		0.13	
LM-4		0.03	0.04	0.2			0.3	0.08			0.16
LM-5		0.02		0.12					0.22	0.13	0.16
LM-6			0.17				0.4		0.2	0.6	
LM-7						0.03				0.06	
LM-8						0.03			0.05		0.03
LM-9			0.02	0.03					0.03	0.02	
LM10				0.02					0.04	0.03	
LM11				0.03		0.04			0.05		
LM12				0.03		0.02			0.09		
LM13			0.07			0.04			0.1		
LM14			0.03								
LM15			0.07	0.01	0.04	0.03			0.07		

Tabla 4 Resultados de las mediciones realizadas al proyecto de la Lancha con los valores más significativos en Amplitud (A cm).

Puntos de medición	Frecuencias										
	4.99 (Hz)	9.95 (Hz)	20 (Hz)	25 (Hz)	59 (Hz)	60 (Hz)	64 (Hz)	69 (Hz)	79 (Hz)	169 (Hz)	170 (Hz)
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
LM-2	0.27	0.25	0.06								
LM-3	0.39	0.7	0.09		0.014						
LM-4		0.09	0.12			0.02					

LM-5	0.1		0.07					0.04			
LM-6		0.05	0.07					0.01			
LM-7								0.01	0.02		
LM-9		0.05	0.01								
LM11			0.01								
LM12			0.01								
LM13		0.17									
LM14		0.075									
LM15		0.17									

Tabla 5 Resultados de las mediciones de presión acústica realizadas al proyecto de Lancha con los valores más significativos en Pa.

Velocidad (r.p.m)	Frecuencia									
	100 (Hz)	200 (Hz)	500 (Hz)	900 (Hz)	1500 (Hz)	2600 (Hz)	3200 (Hz)	4200 (Hz)	6400 (Hz)	7900 (Hz)
	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa
1800	0.29	0.36	0.04	0.1	2.3	2.7	1.8	1.2	1.02	0.9
2300	0.2	0.36	0.5	0.6	5	5.6	5.3	3.8	2.3	2.2

Tabla 6 Resultados de la presión acústica Pac de la Lancha con respecto al Hidrófono HPP-1.

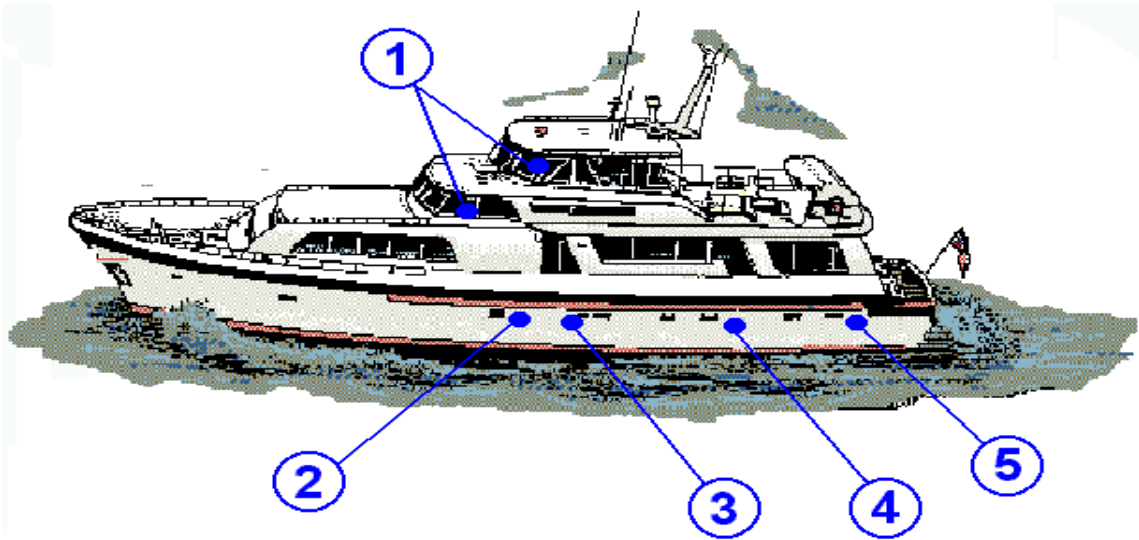
Distancia	Velocidad 1800 r.p.m					
	100 m		500 m		1000 m	
	Pac	db	Pac	db	Pac	db
F (Hz)						
100	0.014	83	0.0028	78	0.0014	63
200	0.018	85	0.0035	71	0.0018	65
900	0.005	74	0.0009	59	0.0005	54
1500	0.11	100	0.022	87	0.011	81
2600	0.13	102	0.026	88	0.013	82

Distancia	Velocidad 2300 r.p.m					
	100 m		500 m		1000 m	
	Pac	db	Pac	db	Pac	db
F (Hz)						
200	0.018	85	0.0035	71	0.0018	65
1500	0.24	107	0.049	93	0.024	87
2600	0.27	108	0.055	94	0.028	88
3200	0.26	108.3	0.052	94.3	0.026	88.3

MEDIOS EMPLEADOS EN LA MEDICIÓN DEL CAMPO ACÚSTICO ANEXO 8

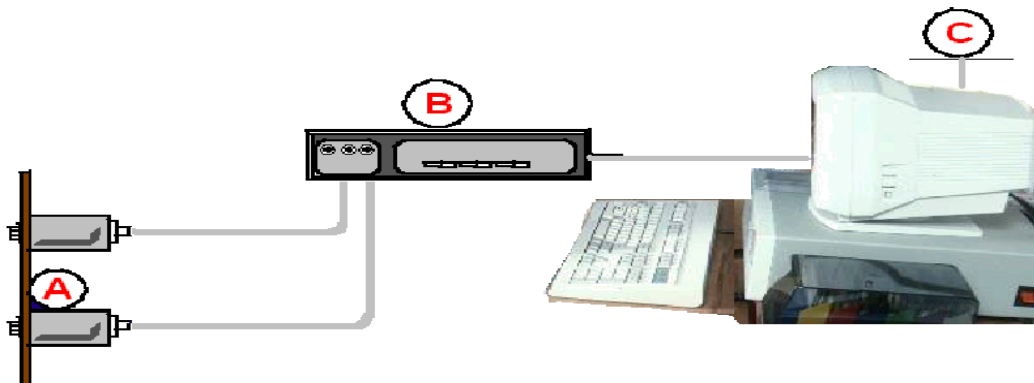
	Medio	Modelo	Características
A	Hidrófono	HPP-1	Sensor Piezocerámico con Amplif 1/100
B	Osciloscopio	HAMEG	Frec 1 Hz - 20 Mhz
C	Scopadaptor	9060	Frec 1 Hz - 20 Mhz
D	Computadora	486	
E	Software		Adquisición de datos.

FIGURA DE LOS PUNTOS DE MEDICION DE LAS VIBRACIONES EN LA LANCHA ANEXO 2



1-Puente

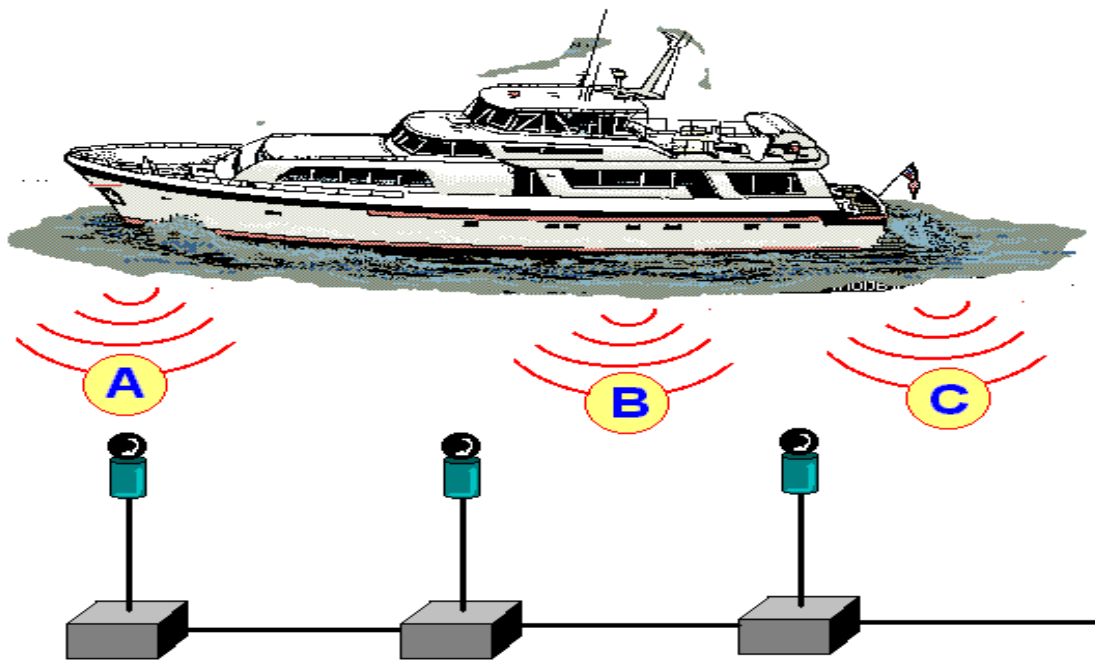
- 2- Compartimiento de proa (Camarote, Cocina, Baño).
- 3 - Mamparo entre compartimiento de Máquina y Puente.
- 4 - Compartimiento de Máquina.
- 5 - Compartimiento de Planta.



EQUIPAMIENTO PARA LA MEDICION DE LAS VIBRACIONES EN LA LANCHAS.

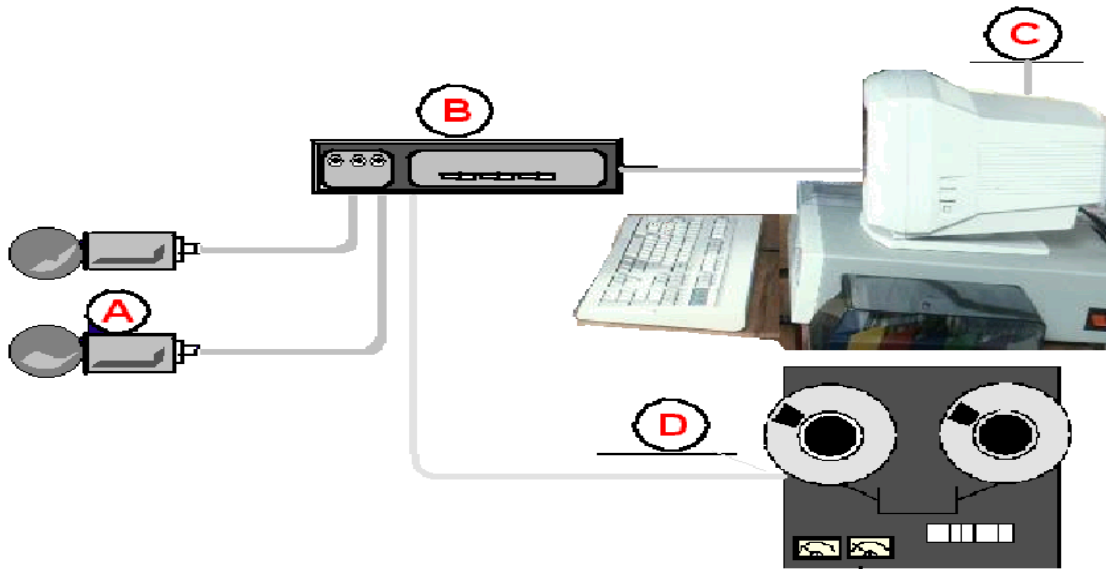
- A-) Acelerómetros
- B-) Analizador de espectros.
- C-) Computadora con programas de procesamiento.

FIGURA DE LA MEDICIÓN DEL CAMPO ACÚSTICO DE UNA LANCHAS ANEXO 3



A-) Ruido hidrodinámico B-) Ruido de motores, plantas, maquinas. C-) Ruido Hélices.

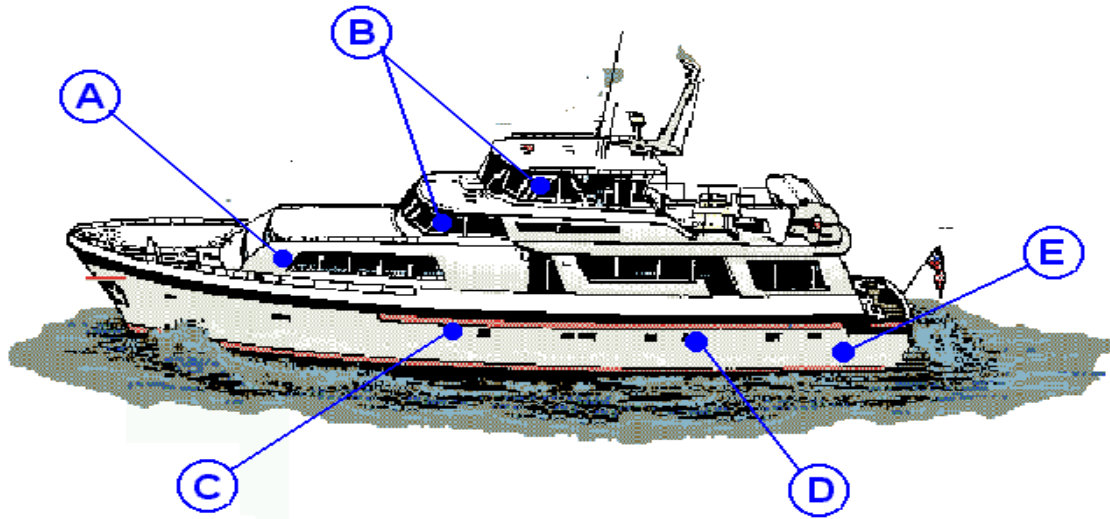
EQUIPAMIENTO DE MEDICIÓN DEL CAMPO ACÚSTICO PRIMARIO DE UNA LANCHA



A-)

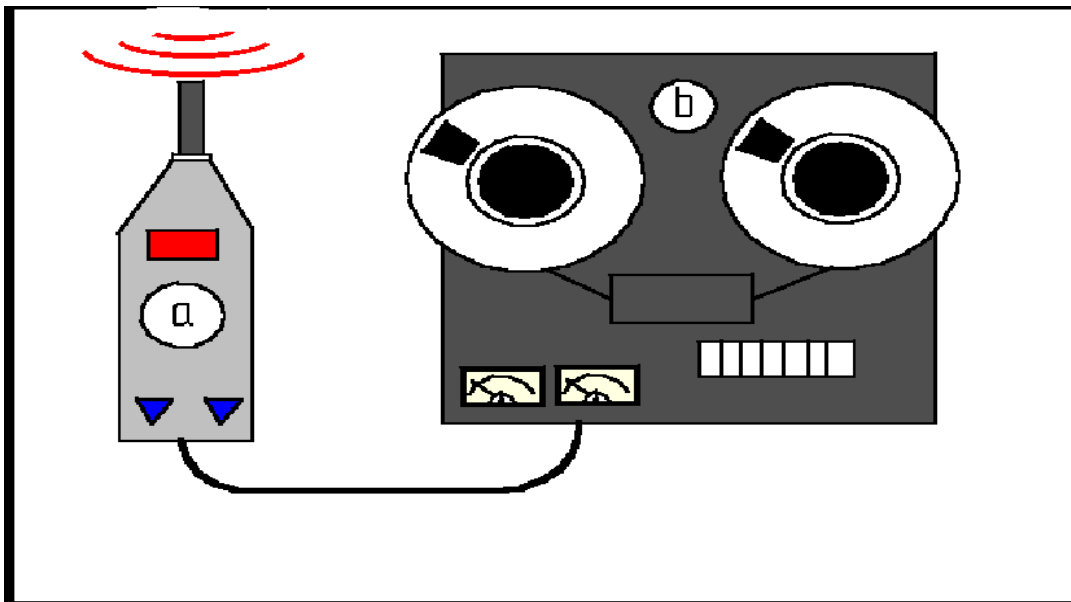
- A-) Hidrófonos.
- B-) Analizador de espectros.
- C-) Computadora con programas de procesamiento.
- D-) Grabadora profesional.

FIGURA DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DEL RUIDO AMBIENTE DE UNA LANCHA. ANEXO1



- A- Compartimiento de proa (Camarote, Cocina, Baño).
- B - Puente.
- C - Mamparo entre compartimiento de Máquina y Puente.
- D - Compartimiento de Máquina.
- E - Compartimiento de Planta.

Equipamiento de medición del Ruido Ambiente para una Lancha.

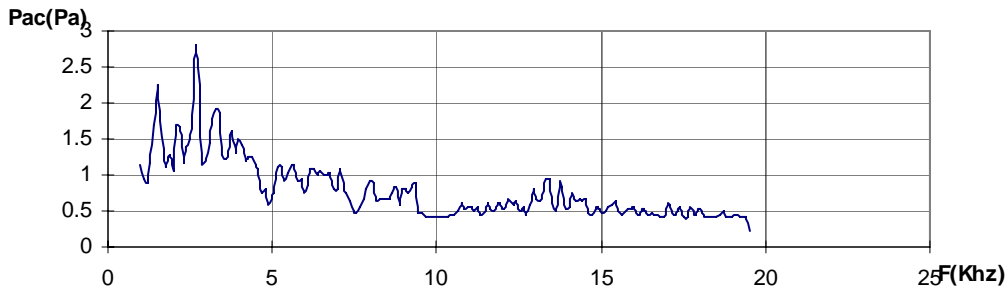


A-)Sonómetro

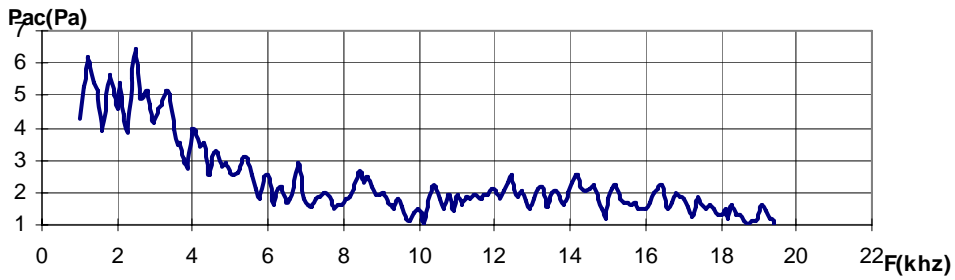
B-)Grabadora Profesional.

Curvas de presión Acústica Anexo 5

Espectro del Campo acústico la lancha a velocidad de 1800 rpm.

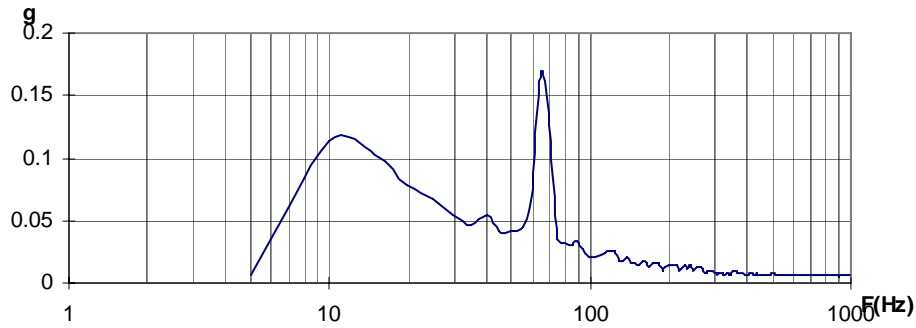


Espectro del Campo Acústico de la lancha a 2300 rpm

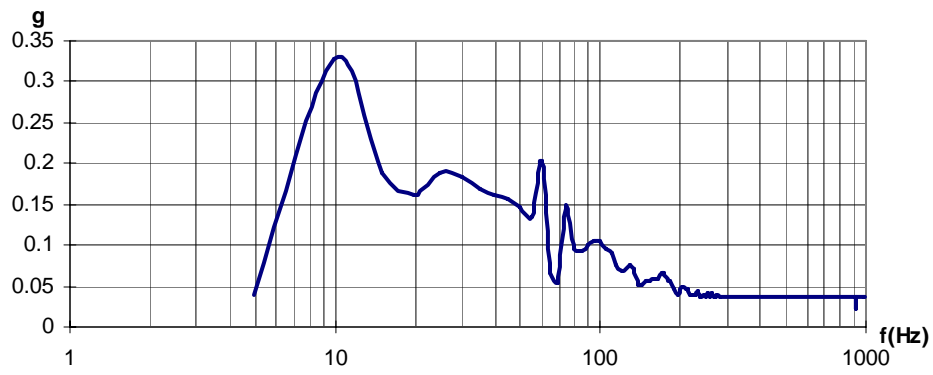


Curvas de resultados de las mediciones de vibraciones. Anexo 4

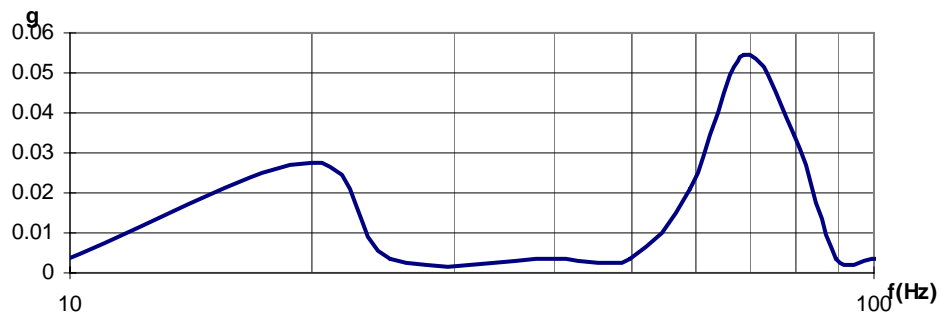
Vibración en motor de la Lancha en marcha a 1800 rpm



Vibración en el motor de la lancha en marcha a 2300 rpm

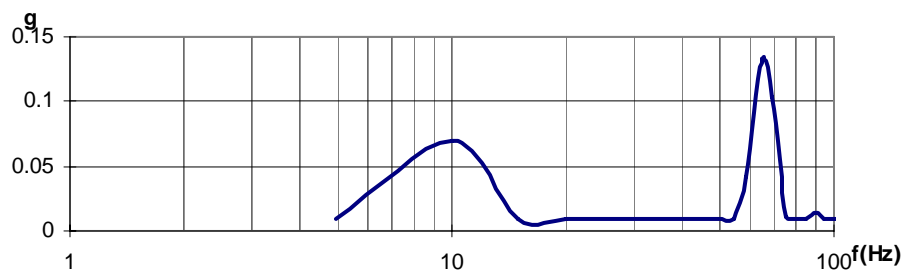


Vibración en el Puente de la Lancha en Marcha a 1800 rpm



Resultados de las mediciones de las vibraciones Anexo 4

Vibración en el Puente de la Lancha en marcha a 2300 rpm



**Vibración en el mamparo de la Cabina de Maquina de la Lancha
en marcha a 2300 rpm**

