

Aplicación de una Metodología para la Reducción de Ruido y Vibraciones en el Diseño Preliminar de un Buque Hospital Fluvial

Págs. 13-23

Lina Suárez Téllez^a Publio Beltrán Palomo^b

^aMagister DPEA en Arquitectura Naval de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Nantes. Arquitecta de la Universidad Piloto de Colombia. COTECMAR. Cartagena de Indias, Colombia. lsuarez@cotecmar.com

^bMagister en Métodos cuantitativos de Gestión de la Escuela de Organización Industria. Ingeniero Naval (Especialidad en Arquitectura Naval) de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Navales de Madrid. TSI SL. Madrid, España. publiobp@tsisl.es

Resumen

El Proyecto de diseño preliminar de un Buque Hospital nació de la necesidad de contar con un centro médico itinerante que pudiera atender diferentes poblaciones Colombianas con difícil acceso y reducida atención médica ubicadas en la cuenca de las arterias fluviales del país. Debido a la solicitud de diversas entidades, se realizó un diseño preliminar de un buque hospital que estuviera en capacidad de navegar en los principales ríos colombianos. Durante el proceso de diseño y gestión de los requerimientos se encontró que uno de los mayores impactos negativos en sus características ergonómicas, eran los generados por el Ruido y las Vibraciones en diferentes zonas del buque, especialmente en espacios destinados a los servicios de atención médica, los cuales son generados tanto por la Maquinaria Principal y Auxiliar del buque como por otros sistemas secundarios. Por lo que se desarrolló un análisis con ayuda de expertos, para mitigar dicho impacto y así diseñar un buque hospital que cumpla la misión y funcionalidad asignada y responda a los estándares de un buque “Silencioso” de vanguardia.

Palabras claves: Ergonomía, ruido, vibraciones, innovación, buque silencioso

Abstract

The preliminary design project of a hospital ship was born of the necessity to have an itinerant medical center appropriate to look after different Colombian populations with difficult access and limited medical attention located in the basin of fluvial arteries of the country. Proper to request of various organizations, it was started a preliminary design of a hospital ship able to navigate in the principal Colombian rivers. During the design process and requirement management, it was found that one of the negative impacts to his ergonomic features are generated cause to noise and vibration in the different spaces of the ships, especially in medical attention zones, it is produce to the main machine and propulsion system and others such auxiliary systems. Therefore it was included an study with experts help to mitigate that impact and so design a hospital ship that meeting the mission and assigned functionality and also meets the standards of a ship “noiseless” cutting edge.

Keywords: Ergonomic, noise, vibration, innovation, silence ship

Fecha de recepción: Mayo de 2015

Fecha de aceptación: Agosto de 2015

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tuvo como finalidad realizar un diseño preliminar de un buque hospital, a partir de la definición de ED&RD (Especificaciones de Desempeño y Restricciones al Diseño) requeridas para suplir las necesidades funcionales y operacionales médicas de algunos pueblos ribereños mejorando las condiciones de salud de sus habitantes.

El desarrollo de la embarcación inicio a partir de la reorganización del sistema nacional de salud, (Congreso de Colombia, 1990), sistema de seguridad social integral (Congreso, 1993) y el llamado de atención a urgencias en el país (Superintendencia Nacional de Salud, 1994), por lo que se produjo la demanda de embarcaciones que pudieran apoyar zonas de difícil acceso. Las demandas fueron realizadas al astillero colombiano COTECMAR y se produjeron por parte de entidades como Ciudadela Salud S.A (2007), la Agencia Logística de la Armada Colombiana (2009), la Sociedad Portuaria Santa Cruz y la Orden de Malta (2013), por lo que a medida de este tiempo se desarrolló y mejoró el producto en la Gerencia de Diseño e Ingeniería de dicho astillero.

Dentro del proceso se determinó una metodología de desarrollo de las fases iniciales de diseño basados en el SWBS – *Ship Work Breakdown Structure*. En este procedimiento se determinó el alcance del proyecto; se generaron las mejoras y actualizaciones adaptadas a los requerimientos de los interesados; se actualizaron las especificaciones técnicas acordes a modificaciones; se generó la especificación de servicios que proporcionaría la embarcación; se analizaron procedimientos especiales del proyecto como manejos de

impactos tales como los residuos hospitalarios, ventilación de espacios y del que se hablara en este artículo “ruido y vibraciones”.

Por lo que este último aspecto de ruido y vibraciones se definió como gran impacto negativo, no solo desde el punto de vista ergonómico y de confort para pasaje sino también para la tripulación dado que la embarcación contaría con quirófano, sala de cuidados y observación; así como desde el punto de vista operativo dada la existencia de equipos científico-médicos delicados y muy sensibles a las vibraciones. Por todo ello, en el enfoque del estudio preliminar se ha tenido en cuenta, desde las fases tempranas del proyecto, el manejo de la mitigación de dicho impacto generando una propuesta aceptable de niveles de ruido y vibraciones para los diferentes espacios del buque, así como por medio de la exploración de actuaciones de Control de Vibraciones y Ruido en las diferentes fuentes generadoras de estos; en los “caminos de propagación” y en los Receptores: Espacios vulnerables. Estableciendo en cada caso, las medidas de diseño más adecuadas de determinados espacios dentro del esquema de acomodación general, proponiendo los aislamientos tanto a vibraciones como a ruido de las diferentes fuentes generadoras, caminos de transmisión “estructura” y por último de los espacios vulnerables al ruido y vibraciones. Todo ello se ha realizado sin afectar el funcionamiento adecuado de la embarcación.

2. METODOLOGÍA

Se realizó un análisis de diferentes ítems tales como el estado del arte, análisis de requerimientos por parte de los interesados, análisis de ambiente operacional, conceptos funcionales y regulaciones nacionales e

internacionales previos a la realización del diseño conceptual con el fin de listar una serie de características técnicas diferenciadoras de una plataforma de usos diferentes a los civiles o militares, las cuales fueron incluidas dentro de las ED&RD; dando así claridad en la definición de problemáticas que afectaran el buen funcionamiento del buque no solo en de forma técnica u operacional, sino también de forma ergonómica.

2.1. Especificaciones de Desempeño y Restricciones al Diseño

2.1.1. Requerimientos Generales

El Buque Hospital deberá ser diseñado para desarrollar misiones de salud que incluyan promoción, prevención e intervención, siguiendo las condiciones estipuladas para un nivel II.

Este deberá garantizar seguridad fluvial, seguridad en la navegación, apoyo a la protección del medio ambiente y apoyo logístico fluvial, dentro de una ruta de misión estipulada acorde con las condiciones y capacidades del buque. De acuerdo a la reglamentación Colombiana (Ministerio de Salud, 1994) el Nivel II contempla: *NIVEL II Médico general con interconsulta, remisión y/o asesoría de personal o recursos especializados.*

Determinado como ATENCIÓN AMBULATORIA ESPECIALIZADA y definido como *Atención médica, NO quirúrgica, NO procedimental y NO intervencionista, brindada por un profesional de la medicina, especialista en una o más de las disciplinas de esta ciencia y en la cual ha mediado interconsulta o remisión por el profesional general de la salud. Tendrá el mismo carácter técnico-administrativo para los niveles II y*

III de complejidad atención, es decir consulta ambulatoria de cualquier especialidad o subespecialidad.

- Laboratorio Clínico Especializado.
- Radiología Especializada.
- Otros procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos.
- Procedimientos quirúrgicos derivados de la atención ambulatoria de medicina especializada en áreas como cirugía general, ginecología, dermatología y otras.

2.1.2. Misiones

Las funciones primarias son las de desarrollo de actividades de control, seguimiento, promoción y fomento de la salud, considerando desarrollo de actividades como:

- Consulta médica general de primera vez o revisión.
- Consulta paramédica de primera vez o revisión.
- Consulta médica especializada de primera vez o revisión.
- Interconsulta médica especializada.
- Junta médico-quirúrgica.
- Atención odontológica, pediátrica y ginecológica.

Las funciones secundarias del buque estarán ligadas al desarrollo de operaciones de ayuda en desastres naturales o tecnológicos, conflicto armado y otras emergencias.

2.1.3. Operación

2.1.3.1. Área de operación

El buque deberá ser capaz de realizar operaciones en ríos como el Magdalena, el Atrato o el Amazonas. Durante la navegación marítima no podrá separarse de la costa más de 12 millas náuticas.

2.1.3.2. Filosofía operacional

La autonomía del buque en agua, víveres, materiales, medicamentos y útiles de uso de los equipos, será tal que le permita realizar operaciones de patrullaje cuando navegue con la tripulación total de 31 (treinta y un) personas por un periodo de tiempo no superior a veinticinco (25) días.

La maquinaria principal, deberá ser seleccionada con base en una operación anual de 3.000 horas, el buque deberá tener una velocidad crucero de 8 Nudos y velocidad máxima de 15 Nudos.

2.1.4. Requerimientos Ambientales

El buque estará diseñado para manejar temperaturas de agua de río de 12 a 20 °C, temperatura de aire de 24 a 37 °C, humedad relativa del aire 40-50%, fuerza de viento de 3 -5, corrientes de 0.6 a 1.6 m/s y ondulaciones de la superficie del río de 1 a 2 metros; en general este deberá ser resistente a las condiciones ambientales del Trópico y el Mar Caribe.

2.1.5. Impacto Ruido y Vibraciones

Como se ha mencionado el impacto de ruido y vibraciones en este tipo de buques es uno de los aspectos esenciales que pueden llegar a condicionar no solo la operatividad sino incluso la funcionalidad de los mismos. Basta recordar, como experiencia operativa importante, la experiencia acaecida en este tipo de buques hospitales durante la guerra de las Malvinas. La ausencia de buques especializados de este tipo llevó a ambos bandos en combate, a la adaptación de buques mercantes para el desarrollo de estos cometidos. Nadie pensó que los niveles de vibraciones en este tipo de buques adaptados pudiesen ser un problema. La gran sorpresa ocurrió cuando se pudo comprobar que las

bolsas de plasma sanguíneo, esenciales en el cometido de estos buques, quedaban completamente inutilizadas por efecto de las vibraciones a las que estaban sometidos estos elementos y que llegaban a romper las moléculas del referido plasma.

En paralelo, es de sobra conocida la alta sensibilidad a las vibraciones de todo el equipamiento médico y de reconocimiento: microscopios, Rayos X, etc; de los que suelen ir dotados este tipo de buque. Una rápida lectura de las especificaciones de este tipo de equipamiento permitirá comprobar que existen limitaciones muy restrictivas con relación a los máximos niveles de aceleración a los que pueden someterse estos equipos sofisticados para que existan garantías de su funcionalidad.

Por último, no puede entenderse un Buque Hospital sin unas condiciones mínimas de confort, desde el punto de vista de vibraciones y ruido, no solo para los pacientes sujetos de atención médica y recuperación sino incluso del propio personal médico y sanitario, poco habituado a la navegación y su entorno generalmente ruidoso.

Por consiguiente de todo lo expuesto previamente, y según se ha detallado en la introducción, el estudio preliminar del proyecto del Buque Hospital ha puesto especial énfasis en la aplicación de técnicas de Control de Vibraciones y Ruido desde las etapas tempranas del proyecto con la finalidad, dado su carácter crítico, de garantizar la funcionalidad y desempeño del referido Buque Hospital. En los siguientes apartados se detallan los aspectos que deberán considerarse.

2.1.5.1. Ruido a bordo

Si bien lo habitual para un buque de estas características sería el requerimiento de un Comfort Class Grado 1 o 2 de una Sociedad Clasificadora, los niveles de ruido en los diferentes locales del buque deberán cumplir, como mínimo con los límites definidos (IMO, 2012) y que con fecha 1 de Julio de 2014 ha sustituido y reemplazado al antiguo Código IMO, Resolución A.468(XII). En la Tabla.1 se recogen, a título orientativo, los límites de algunos espacios más representativos para condiciones de navegación a máxima potencia.

Tabla 1. Límites de Ruido

Espacio	Límite dB(A)
Espacios de Acomodación	
Camarotes y Hospital	60
Comedores	65
Espacios Públicos de Recreo	65
Espacios abiertos de recreo	75
Oficinas	65
Espacios de Navegación	
Puente de Navegación	65
Espacio de Radio	60
Áreas de Trabajo	
Espacios de Maquinaria desatendida	110
Control de Maquinaria	75

Fuente: Elaboración propia

Para obtener garantías del cumplimiento de estos “límites máximos”, se hace recomendable la utilización de técnicas de simulación mediante el empleo de la más moderna metodología SEA (Statistical Energy Analysis) que permite la determinación del “ruido aéreo” (propagado a través del aire) y “ruido estructural” (propagado a través de la estructura del buque) que llegan a cada compartimento y de esta forma, definir en cada caso el aislamiento acústico apropiado y la parti-

ción en la que es más efectiva su aplicación.

Mediante la aplicación de esta metodología que permite aplicar los tratamientos acústicos más efectivos en las particiones que requieran su aplicación, se logra una reducción significativa del peso de esta partida: aislamiento, así como del peso muerto del buque, lo que se traduce en reducciones de costes y de consumos del buque.

A efectos de alturas disponibles de los diferentes espacios, se deberá considerar que los pisos de los espacios críticos desde el punto de vista de niveles de ruido y localizados en la cubierta por encima de los espacios de máquinas, serán de tipo sándwich o flotante constituidos por material amortiguante, tipo viscoelásticas y material aislante de ruido aéreo (Beltran, 2011), asimismo, para evitar “puentes acústicos”, toda la habilitación será del tipo “flotante”, sin conexiones rígidas a la estructura del buque. Adicionalmente y para garantizar la “privacidad” de determinados espacios como consultas, cabinas, etc; el material de los mamparos divisorios deberá entre espacios cumplir, como mínimo, con los Índices de Reducción Sonora (IMO.2012).

Por último, el Diseño Acústico del buque además de contemplar los cálculos de simulación, anteriormente mencionados, deberá incluir los planos finales de aislamiento acústico así como los procedimientos de ejecución e instalación de dicho aislamientos. Experiencias operativas, han evidenciado que una incorrecta ejecución de estos montajes pueden ser la causa raíz de incumplimiento con los límites de ruido especificados.

2.1.5.2. Vibraciones

La experiencia ha evidenciado que la forma más efectiva y menos costosa de atacar un problema de Vibración y/o Ruido, es actuando sobre las fuentes. Por ello, en el Buque Hospital, la maquinaria principal y auxiliar del buque irá montada sobre asientos elásticos o resilientes, debidamente calculados para garantizar la transmisibilidad mínima a la estructura del buque. Los elementos de conexión a esta maquinaria: tuberías, exhaustaciones, etc; se harán mediante las correspondientes juntas elásticas.

Por todo lo expuesto previamente, todo el equipamiento médico sofisticado y de reconocimiento, deberá ir montado sobre plataformas elásticas que eviten la transmisión de vibraciones a los mismos que pueden afectar a su integridad y funcionalidad.

Para evitar fenómenos de resonancias: locales y globales en la estructura del buque, entre frecuencias propias de estos elementos y las frecuencias excitadoras procedentes de las diferentes fuentes: Hélice y Maquinaria, se hace recomendable la realización de un estudio de Predicción de Vibraciones mediante el empleo de la metodología de los Elementos Finitos (FEM). Se pretende con ello conocer los Niveles de Vibración esperados en las diferentes localizaciones del buque, a partir de la comparación de estos “niveles de vibración esperados”, con los valores límites de la regulación correspondiente para decidir en la fase temprana del proyecto las actuaciones estructurales que se precisen. Actuaciones que, de tenerse que realizarse en un buque construido, pueden ser inviables tanto técnica como económicamente, generando también gran impacto de costos y plazos de entrega del buque.

En cualquier caso los niveles de vibración en los diferentes espacios del buque deberán cumplir con los límites exigidos por la Normativa Estándar (ISO, 2000). Asimismo, toda la maquinaria rotativa y alternativa del buque deberá cumplir con los valores límites como “maquinaria nueva” establecidos por la Normativa Estándar (ISO, 2014) y el grupo correspondiente para cada tipo de máquinas.

2.1.6. Habitabilidad

El diseño de espacios habitables para la tripulación del buque, deberá ser dirigido a obtener condiciones ambientales confortables, así espacios adecuados para la tripulación y el cuerpo médico. La disposición general deberá contemplar:

- Espacios de descanso y reunión como cámaras de tripulación y médicos y salón de TV).
- Espacios de servicio como baños para tripulación, cuerpo médico y pacientes, Cocina, cuarto de desechos hospitalarios, lavanderías, local para basuras, almacén víveres secos y frescos y cuarto para gases medicinales).
- Espacios médicos como espacios de consulta especializada de ginecología, pediatría y odontología, rayos C, consultorios, laboratorio, toma de muestras, quirófano para cirugía menor, zona de recuperación, vestier médico, esterilización y quirófano.
- Espacios de almacenamiento como pañoles y bodegas, bodega de farmacia, farmacia.
- Administrativos como recepción.

2.2. Análisis ergonómico

Los centros médicos han adquirido una función cualitativa completamente diferente a los realizados anteriormente. Las tecnologías usadas en el campo de

diagnóstico y tratamiento han cambiado radicalmente gracias a los avances tecnológicos como los espacios para los diferentes actores tales como los pacientes, las personas que trabajan allí y los visitantes. La ergonomía interrelaciona el hombre con su entorno y cuya finalidad es la pausa de la reproducción de la fatiga innecesariamente producida por las diferentes tareas realizadas en determinados espacios; en otras palabras la ergonomía genera relación entre la estructura, equipamiento y los recursos humanos como la muestra la imagen 1 (LOPEZ, SANTOS, SANTOS, 1994) la cual presenta los pilares fundamentales del diseño para la realización de las UCI (Unidades de cuidados intensivos). En este caso se tendrá en cuenta dicha estructura para la concepción del todo en el buque hospital de Nivel de atención II.

Un óptimo diseño se desarrolla creando entornos que mejoren las condiciones físicas y psíquicas de las personas que usan estas instalaciones por medio de la implementación de la ergonomía, la cual aborda aspectos de distribución, dimensión, color y material de los espacios, mobiliario, equipamiento, factores ambientales como iluminación o calor y todas las herramientas a implementar dentro de las políticas médicas. Junto a eso las condiciones acústicas y vibratorias en el caso de un proyecto de este tipo, se vuelven cada vez más importantes dentro del estudio debido al nivel de manejo del centro de salud y su organización dentro de la embarcación.

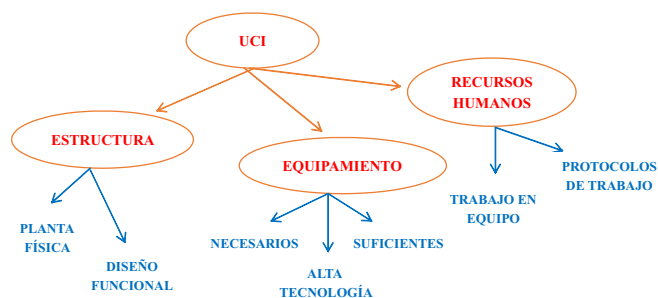


Imagen 1. López O., Santos M. H. & Santos P. H. 1994.

Fuente: Imagen tomada del documento: Ergonomía hospitalaria en Cuba. Hospital pediátrica universitaria “William Soler” y Clínica Central Cira García.

Siendo la contaminación auditiva en un hospital mínima y en ciertos espacios como quirófanos y cuidados intensivos casi nula, se recomiendan que el nivel de ruido en el interior esté entre 35 y 40 dB (A) (muy por debajo de los límites de la Normativa Estándar (IMO.2012), pero recomendable desde el punto de vista de la funcionalidad de estos espacios).

Teniendo en cuenta el lugar donde se encuentra el centro médico y las condiciones externas efímeras a las cuales se debe afrontar, es necesario una atención especializada y escogencia detallada de los diferentes factores que contribuyen a la disminución de ruidos, como incluir maquinaria y equipos silenciosos, usos de materiales anti vibratorios, insonorización de ventanas, exhaustaciones de la maquinaria principal y auxiliar, impulsiones/exhaustaciones de ventilación de determinados espacios como la cámara de máquinas, espacios de maquinaria y cocina.

2.3. Análisis Preliminar de ruido y vibraciones

Durante la fase inicial de análisis del ante-proyecto y mediante la asistencia y soporte de un especialista (TSI, SL), se llevó a cabo un estudio denominado “*Noise & Vibration Preliminary Assessment*”, cuya finali-

dad en esta etapa del diseño, ha sido la identificación de los problemas potenciales de vibraciones y ruido que se podrían presentar en el diseño original.

Mediante la técnica de “*Matriz de Conectividades*” (Beltrán, 2012), que permite relacionar la localización física de los “espacios silenciosos” (bajos límites de ruido) con los “espacios ruidosos”, con altos límites de ruido por tratarse generalmente de espacios de maquinaria, se introdujeron modificaciones sustanciales en la Disposición General original del buque, en particular en lo relativo al Quirófano que pasó de estar ubicado en popa, encima de la Cámara de Maquinas, a proa, por tratarse de una zona más alejada de las fuentes principales de ruido. En efecto, ni con la aplicación de los más exhaustivos y sofisticados aislamientos acústicos, en la ubicación original de este espacio, se podrían haber conseguido niveles de ruido próximos a los mínimos exigidos y recomendables para dicho espacio.

Una vez completada la definición de espacios y su ubicación, así como la definición de límites de ruido para los mismos (aspecto esencial que deberá recogerse en la Especificación Técnica), se procedió a la definición de los aislamientos acústicos mínimos que se espera deban instalarse para garantizar el cumplimiento con los límites de ruido exigidos. Este aspecto dentro de la fase inicial de definición del proyecto, resulta ser de una gran utilidad ya que permite una primera estimación del peso de esta partida y su incidencia en el peso muerto del buque, así como de las “alturas disponibles de los diferentes espacios, ya que el objetivo de cumplimiento con los mínimos límites de ruido exigibles para un buque de estas características pasa, inexorablemente, por la

instalación de “suelos o pisos flotantes”. Experiencia previas han evidenciado que la “*no-consideración*” de estos aspectos, en la fase inicial de definición del proyecto, pueden poner en riesgo la funcionalidad del buque, al no poderse cumplir con los límites de ruido exigidos, o bien tener que proceder a cambios en algunas de las dimensiones principales del buque, fundamentalmente su puntal y con afectaciones al propio calado y francobordo del mismo.

El referido estudio preliminar se completó con una batería de “Recomendaciones Generales” para minimizar el impacto de las vibraciones y ruido en el buque. De forma específica, y como así debe constar en la Especificación Contractual de Contrato, se recomendó la realización de sendos estudios de Predicción de Vibraciones y de Ruido que permitiesen garantizar los objetivos de cumplimiento de límites en cada caso.

3. RESULTADOS

Se desarrolló un diseño óptimo de la embarcación en fase preliminar, la cual cuenta con las siguientes dimensiones principales:

- Eslora: 38.4 m
- Manga: 9.5 m
- Puntal: 2.8 m
- Calado: 0.9 m
- Desplazamiento: 274 T

Durante el proceso se analizó, como se ha indicado previamente, la Disposición General del Buque y se identificaron zonas susceptibles de presentar problemas de ruidos por lo que se determinó que la solución más óptima es la presentada en la Imágenes 3 y 4. Estos

espacios “sensibles”, desde el punto de vista de ruido se ubicaron suficientemente alejados de las principales fuentes excitadoras: de ruido y vibraciones, estableciéndose en todos los casos un primer nivel de recomendaciones desde el punto de vista dinámico-acústico, los cuales serán incorporados dentro de las especificaciones técnicas del proyecto para tenerse en cuenta con la integración de otros sistemas tales como Sistemas de Ventilación de habitación, Ventilación de Cámara de Máquinas y HVAC. Por último, se hizo una primera aproximación y definición orientativa de aislamientos acústicos en techos, costados, mamparos estructurales y suelos “suelos flotantes”.

3.1. Disposición General

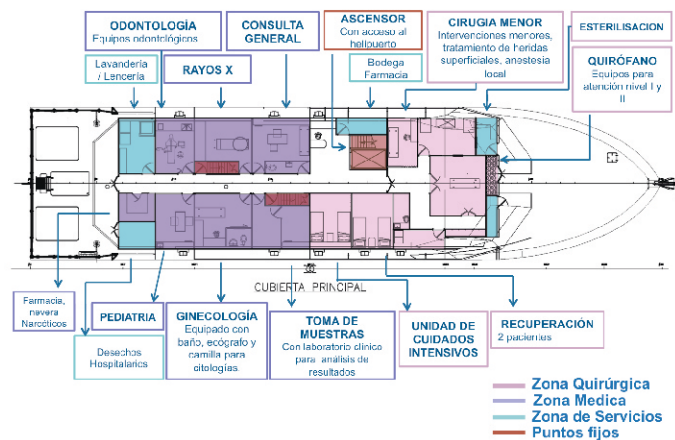


Imagen 2. Disposición General cubierta principal

Fuente: elaboración propia

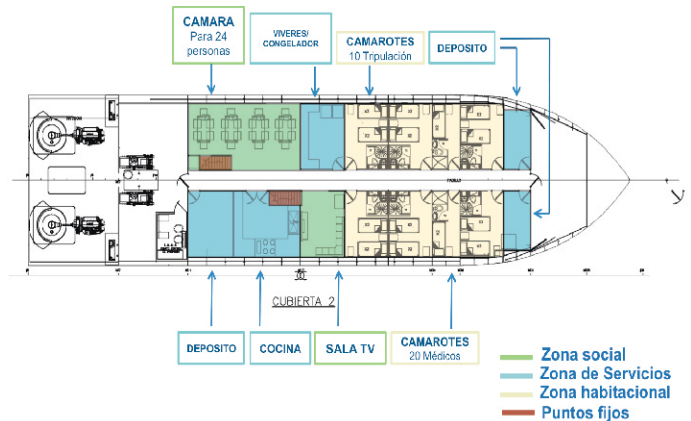


Imagen 3. Disposición general de la cubierta N.2

Fuente: elaboración propia

4. CONCLUSIONES

De lo anteriormente expuesto, se puede concluir:

La gestión de ruido y vibraciones en el Proyecto del Buque Hospital, dada su misión y función social constituye un referente innovador de primer nivel para las Autoridades Colombianas, en la cual COTECMAR busca desarrollar tecnologías de vanguardia que satisfagan la industria naval, marítima y fluvial con un gran componente social.

Para la toma acertada de decisiones durante el desarrollo del proyecto, es valioso contar con una fase de análisis de expertos e interesados, para disminuir el riesgo de reproceso y extra costos durante las fases de construcción y en muchas ocasiones también durante su ciclo de vida.

A diferencias de otros diseños de buques donde priman los aspectos operativos, en este Buque Hospital se han tenido en cuenta desde la fase conceptual, factores determinantes como lo es el impacto negativo generado por el ruido y vibraciones a bordo, no solo desde el

punto de vista ergonómico: confort de pasaje y dotación, sino desde el punto de vista operativo al definir equipamiento médico sofisticado para dotar la embarcación y hacer de esta un producto para el futuro.

Los estudios dinámico-acústicos preliminares han permitido, no sólo una optimización de la Disposición General, en lo que a la correcta ubicación de espacios “sensibles” se refiere, sino la definición de Límites de Ruido y Vibraciones en los diferentes espacios, estimación de los aislamientos mínimos que se esperan, así como una batería de recomendaciones dinámico-acústicas relativas a las diferentes fuentes generadoras de ruido y vibraciones.

La incorporación de estos aspectos dinámico-acústicos en la ED&RD, junto con los estudios de simulación que son preceptivos, y la obligatoriedad de cumplimiento de los diferentes suministradores involucrados, constituyen uno de los pilares básicos para lograr un Buque Hospital de vanguardia.

REFERENCIAS

- Beltrán P. (2011). “Shipbuilding and new requirements to reduce the environmental impact of ships: New technological challenges and business opportunities”. *Ship Science & Technology*, 5(10), 33-58. Cartagena, Colombia.
- Beltrán P. (2012). “Proceso de Adaptación de las Directivas sobre reducción de las emisiones acústicas en la Pesca y Transporte Marítimo y su impacto en la Economía”. *Revista de Economía Industrial*. Monográfico Sector Marítimo. Ministerio de Industria y Energía de España.
- Congreso de Colombia. (1993). Por lo cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. Ley 100 Artículo 159, numeral 2.
- Constitución Política Colombiana. (1991). Título II. De los derechos, las garantías y los deberes. Capítulo II, Art 44, 48, 49, 50. Bogotá, Colombia.
- IMO (2012). “Adoption of the code on noise levels on board ships”. Resolution MSC 337 (91).
- ISO. (2000). “Mechanical Vibration - Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchants ships” ISO 6954
- ISO. (2014) “Mechanical Vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. ISO 10816.
- Ministerio de Salud. (1994). Manual de actividades, intervenciones y procedimientos del plan obligatorio de salud en el sistema general de seguridad social en salud. Resolución 5261.
- Ministerio de Salud. (1994). Por el cual se reglamenta parcialmente los servicios de urgencias y se dictan otras disposiciones. Decreto 412 de 1992 de la resolución 5261 de 1994.
- López O., Santos M. H. & Santos P. H. Ergonomía hospitalaria en Cuba. Hospital pediátrico universitaria “William Soler” y Clínica Central Cira García. La Habana, Cuba. *Revista Todo Hospital*. (1994). Ergonomía en el medio hospitalario. N111

Superintendencia Nacional de Salud. (1994). Por el cual se reestructura la Superintendencia Nacional de salud. Decreto 1259.

Superintendencia Nacional de Salud. (1995). *Atención de Urgencias. Circular externa N014.*