

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL



GUIA PARA EL AISLAMIENTO EN BUQUES

*Tesis para optar al título de
Ingeniero Naval con Mención
Arquitectura Naval*

*Profesor Patrocinante:
Sr. Héctor Legüe Legüe
Ingeniero Civil Mecánico
M.SC.Ingeniería Oceánica*

PEDRO RODRIGO DELGADO RAMIREZ
2006

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de **Ingeniero Naval**, mención **Arquitectura Naval**.

EXAMEN DE TITULO:

Nota de Presentación	(Ponderada) (1)	: 4,312
Nota de Examen	(Ponderada) (2)	: 1,300
Nota Final de Titulación	(1 + 2)	: 5,61

COMISION EXAMINADORA:

PROF. FREDY RIOS M.

DECANO

PROF. HECTOR LEGUEL

EXAMINADOR

PROF. NESTOR BARRIENTOS D.

EXAMINADOR

PROF. DR. MARCOS SALAS I

EXAMINADOR

PROF. MILTON LEMARIE O.

SECRETARIO ACADEMICO



FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

Valdivia, AGOSTO 04 DE 2006.

Nota de Presentación = $NC/NA * 0,6 + \text{Nota de Tesis} * 0,2$
Nota Final = $\text{Nota de Presentación} + \text{Nota Examen} * 0,2$
NC = Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis
NA = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.

Gracias
A mis padres y mi hermana por creer
en este gran sueño que ahora se hace realidad.
A mi novia Macarena por su constante apoyo.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO I

Consideraciones Generales de Aislamiento

	PÁGINA
1.1 <i>Objetivos de la Aislación</i>	1
1.2 <i>Propiedades físicas del aislamiento</i>	1

CAPITULO II

Tipos de Aislamiento

2.1 <i>Aislamiento Acústico</i>	3
2.1.2 <i>Propiedades del aislamiento acústico</i>	3
2.1.3 <i>Transmisión del ruido a bordo</i>	5
2.2 <i>Aislamiento Contrafuego</i>	6
2.2.1 <i>Propiedades del aislamiento contrafuego</i>	7
2.3 <i>Aislamiento térmico</i>	8
2.3.1 <i>Formas de propagación del calor</i>	8
2.3.2 <i>Fenómenos en relación a la transmisión de energía calórica</i>	11
2.3.3 <i>Materiales aislantes térmicos</i>	12

CAPITULO III

Materiales para Aislamiento

3.1 <i>Poliuretano</i>	13
3.2 <i>Espuma de poliestireno</i>	16
3.3 <i>Lana de vidrio</i>	17
3.4 <i>Lana de roca volcánica</i>	18

CAPITULO IV

Reglamentación para aislamiento

<i>4.1 Divisiones clase "A"</i>	22
<i>4.2 Divisiones clase "B"</i>	23
<i>4.3 Divisiones clase "C"</i>	23
<i>4.4 Espacio de maquinas</i>	24
<i>4.5 Reglamentación de casas clasificadoras</i>	24

CAPITULO V

Ejemplo de Aplicación

<i>5.1 Presentación del ejemplo</i>	25
<i>5.2 El plano de zonas de fuego</i>	32
<i>5.3 Materiales aislantes a utilizar</i>	35
<i>5.4 Aislación en sala de maquinas</i>	36
<i>5.5 Aislación en acomodaciones</i>	37
<i>5.6 Aislamiento en espacios varios</i>	37
<i>5.7 Instalación</i>	38

CONCLUSION	43
-------------------	----

ANEXOS	44
---------------	----

PLANOS	65
---------------	----

BIBLIOGRAFIA	
---------------------	--

RESUMEN

El presente trabajo de tesis expone el proyecto de aislamiento de un buque, analizando los materiales más comunes para este tipo de proyecto como lo son sus características principales y su aplicación en un buque, así como también se estudia la reglamentación existente, también se analiza la categorización de espacios con respecto a la integridad mínima al fuego y al nivel de riesgo que estos pueden poseer a un incendio, se realiza también un ejemplo de aplicación de aislamiento en el cuál se aborda los pasos fundamentales a la hora de aislar, como lo son el estudio del plano de zonas de fuego el cuál es el primer paso a la hora de aislar un buque. Se toma en consideración también los tipos de aislamiento que existen ya sea aislamiento térmico, acústico y contrafuego que son aplicados en la actualidad en el aislamiento de un buque.

SUMMARY

This thesis paper presents a naval insulation project, analyzing the most common materials for this type of project such as their principal characteristics and their application to the ship, as well as studying the existing regulations. I analyze the categorization of spaces with respect to the minimal integrity to fire and the level of risk they can hold in a fire. I also include an example of the application of insulation in which I address the fundamental steps of insulating, such as the study of the plane of fire zones, which is the first step when insulating a ship. In addition, I will take into consideration the existing types of insulation, such as thermal, acoustic and fireproof insulation, which are all used in naval insulation today.

INTRODUCCION

Desde sus principios, el hombre ha tenido la necesidad de adecuar los lugares en que habita, creando espacios artificiales que le permiten protegerse de las inclemencias no solo del clima sino de agentes externos como por ejemplo ruidos y también resguardarse de posibles peligros como por ejemplo el fuego, es aquí donde juega un papel fundamental la aislacion.

El aislamiento de un buque es un tema que ha ido evolucionando a través de los años, en lo que refiere principalmente a la normativa existente, para así poder desarrollar un proyecto de aislacion de buenas características.

En este trabajo se pretende no solo abordar la problemática del aislamiento en forma teórica sino que también realizando un ejemplo de aplicación donde se explica las diferentes fases a desarrollar en el proyecto de aislacion de un buque.

En los diferentes capítulos de este trabajo se analizarán los diferentes aspectos del aislamiento como, por ejemplo, los tipos de aislamiento que se utilizan como también los materiales que se ocupan comúnmente en el proyecto de aislamiento de un buque.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DEL AISLAMIENTO

1.1. OBJETIVOS DE LA AISLACION.

Los objetivos principales de la aislacion en buques son:

- a) Evitar la propagación de fuego en caso de incendio.*
- b) Mantención de temperatura en el espacio aislado.*
- c) Disminuir la propagación de contaminación acústica.*
- d) Economizar energía en planta de aire acondicionado.*

1.2. PROPIEDADES FISICAS DEL AISLAMIENTO

Las principales propiedades que deben poseer los materiales aislantes para que cumplan con la reglamentación exigida debe ser la siguiente:

- a) La Combustibilidad: Según el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar 1974 (SOLAS) el material utilizado para la aislación de un buque debe ser de características incombustibles según capítulo II-2 Parte A Regla 3 lo que se entiende por incombustible será aquel material aislante, el cual no debe arder ni desprender vapores inflamable en cantidad suficiente para experimentar la ignición cuando se le calienta a 750° C aproximadamente.*
- b) La conductividad térmica: La conductividad térmica es la capacidad del material aislante para transmitir frío o calor, el coeficiente de conductividad térmica se define como la cantidad de calor necesario por metro cuadrado, para que atravesando durante una hora un metro de material aislante obtenga la diferencia de un grado Celsius entre las dos caras. Esta es una propiedad intrínseca de cada material y varía en función de la temperatura a la que se efectúa la medida.*

Cuanto más pequeño es el valor de la conductividad térmica, mejores son las prestaciones aislantes del material.

c) *La resistencia térmica: La resistencia térmica es la propiedad del material aislante para resistir el paso de flujos de calor. Se define como el cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material aislante, la resistencia térmica es una característica propia de cada material aislante y es función de la temperatura a la que se efectúa la medición, los valores altos de resistencia térmica indican alta capacidad de aislamiento.*

Tabla 1. Propiedades de algunos aislantes.

(Fuente: Tesis Aislacion de bodegas de pesqueros, autor Juan Gacitua 1998)

Aislante	Densidad (Kg./m³)	Conductividad (Kcal/mh°C)	Combustibilidad
Corcho	150-200	0.035	Medianamente inflamable
Fibra de Vidrio	70	0.032	Incombustible
Lana de roca volcánica	70	0.028	Incombustible
Poliestireno	15-30	0.030	Combustible autoextinguible
Poliuretano	10-12 12-15 15-20 20-25 25-40	0.040 0.038 0.033 0.030 0.028	Punto de inflamación superior a los 200°C

CAPITULO II

TIPOS DE AISLAMIENTO.

2.1. AISLAMIENTO ACUSTICO

El aislamiento acústico es la propiedad de una solución constructiva que expresa el grado de reducción del sonido entre dos espacios separados por un elemento de cerramiento, ya sea entre dos locales o entre el espacio externo y un local.

El aislamiento acústico entre dos espacios se expresa en la unidad de decibelios (dB) o en decibelios A dB(A).

El decibelio (dB) es la unidad usual para las mediciones acústicas. Indica en qué proporción un sonido es más fuerte que otro denominado de referencia - umbral de audición. El decibelio (dB) es una unidad que evalúa la intensidad o el nivel de presión sonora de un sonido.

El decibelio A dB(A) indica que en la medición acústica se ha tenido en cuenta la ponderación A según las frecuencias del sonido. El decibelio A ofrece una valoración del sonido teniendo en cuenta la sensibilidad propia del oído humano.

2.1.2. PROPIEDADES DEL AISLAMIENTO ACUSTICO.

a) ABSORCION ACUSTICA.

La absorción acústica es la propiedad de los materiales para absorber energía acústica al disminuir la reflexión de las ondas sonoras incidentes. La absorción acústica de los materiales aislantes se mide mediante el coeficiente

de "Sabine", este coeficiente se define como la cantidad de energía absorbida en relación a la cantidad de energía emitida.

b) ACONDICIONADOR ACUSTICO

Acondicionar acústicamente un espacio es dotarlo de tratamiento adecuado en cielos, paredes y suelos para que realice su función con la mejor calidad acústica. Esta calidad acústica se mide mediante el tiempo de reverberación y el nivel de aislamiento acústico respecto a los ruidos procedentes desde el exterior.

c) AISLANTE ACUSTICO

Es aquel elemento, aislante o elemento constructivo capaz, por sí mismo, evitar el paso de ruido de una sala a otra. Los materiales acostumbran a ser autoportantes como por ejemplo, placas de yeso, placas de madera, lanas de vidrio, etc. Los elementos constructivos acústicos, son sistemas compuestos por varios materiales para realizar una función como cerramiento aislante acústico, por ejemplo, paneles rellenos de poliuretano inyectado, paneles rellenos de lana de roca volcánica en su interior, paneles sándwich metálicos rellenos con lana de roca, etc.

d) RUIDOS DE IMPACTO

Los ruidos de choque o impacto, son ruidos emitidos por una fuente sonora, y emitidos a través de una pared o la estructura en sí, formado a consecuencia de un impacto o choque ya sea, pasos, desplazamientos de objetos, caída de herramientas, etc. La medida de los ruidos de impacto se realiza mediante un sonómetro ubicado en el espacio donde es recibido el ruido emitido por una máquina de impactos en un espacio adyacente.

Tabla 2. Apreciación acústica.

(Fuente: Catálogo Rockwool)

APRECIACION ACUSTICA Aislamiento (dB)	APRECIACION DEL USUARIO
30 dB(A)	Ineficaz: Se entiende o escucha todo de una habitación a otra.
35 dB(A)	Insuficiente: Se escuchan las voces pero no se comprende su significado.
40 dB(A)	Suficiente: Se escucha una conversación con esfuerzo pero no se comprende su significado.
45 dB(A)	Bueno: La habitación se mantiene silenciosa, sin perturbaciones externas.

2.1.3 TRANSMISION DEL RUIDO A BORDO.

El ruido son ondas de energía que son percibidas por el ser humano como ondas de presión que se transportan a través de un medio elástico como es el caso del aire.

Existen numerosas fuentes sonoras, que son los elementos que producen ruido, como por ejemplo los motores propulsores, la energía vibratoria que estos elementos producen es radiada por su superficie al medio elástico con el cual se encuentra en contacto, lo que produce ondas de presión que viajan a través de este medio elástico.

La energía vibratoria viaja a través de un medio elástico, como habíamos mencionado, este medio elástico en algunas ocasiones es el aire, en este caso se denominará transmisión del ruido por vía aérea, pero no solo la energía vibratoria viajará a través del aire sino que también puede ser transmitida a través de las fijaciones o conexiones de la fuente que emite vibraciones a la estructura del buque, en este caso el medio elástico es la propia estructura del buque y por ende se llamará transmisión estructural del ruido. A continuación en la figura N° 1 se muestra un esquema de transmisión del ruido a bordo de un buque.

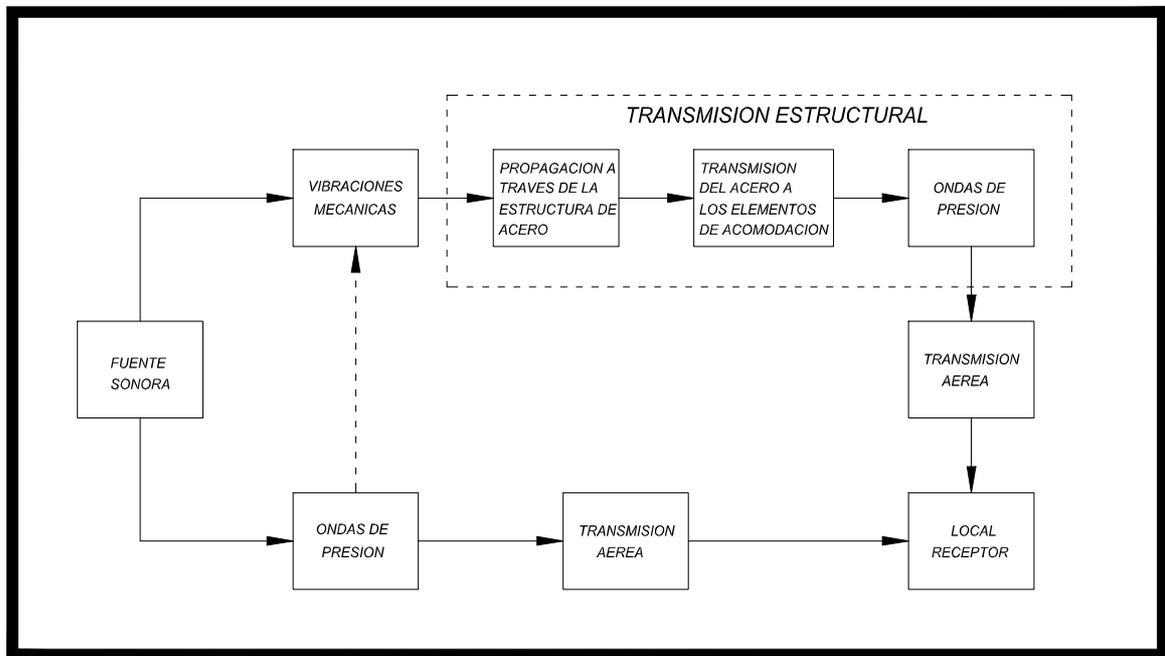


Figura Nº 1 Transmisión de ruido a bordo

(Fuente: Tesis Consideraciones en la determinación de materiales para aislar ruidos en buques de turismo Autor: Carlos Villarroel Concha 1999)

2.2. AISLAMIENTO CONTRAFUEGO.

La necesidad de combatir el fuego a bordo de una embarcación es y ha sido una de las labores muy importantes a través de los años, es por eso que el tema de la aislación no ha quedado exento a tales normativas, en lo que se refiere a aislamiento propiamente tal, la reglamentación hace referencia a que los materiales que se utilicen para el aislamiento del buque deben ser materiales incombustibles y a la vez materiales que impidan la propagación del fuego.

2.2.1 PROPIEDADES DEL AISLAMIENTO CONTRAFUEGO.

a) REACCION AL FUEGO

La reacción al fuego es una característica de los productos o materiales utilizados en la construcción que indican que su comportamiento y contribución a la propagación de un incendio en caso de exposición de una llama directa.

Para una mejor comprensión del comportamiento de los materiales frente al fuego, mediante ensayos normalizados, se cualifican tres parámetros fundamentales que son:

- ✗ Combustibilidad*
- ✗ Capacidad de humos*
- ✗ Producción de gotas inflamadas*

b) ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO.

Es el tiempo expresado en minutos, en el cual un material constructivo es capaz de soportar el fuego.

Cuando hablamos de estabilidad (EF) nos referimos al tiempo durante el cual el elemento constructivo mantiene sus capacidades mecánicas.

Cuando hablamos de resistencia al fuego esto quiere decir, que aparte de ser un material estable al fuego (EF) no debe emitir gases inflamables en la cara no expuesta al fuego, ser estanco al paso de llamas y mantener un aislamiento térmico tal, que no se superen, en la cara no expuesta al fuego, temperaturas superiores establecidas por la reglamentación.

c) TERMOESTABLE.

Un material es termoestable cuando sometido a temperaturas elevadas no se dilata ni se contrae.

2.3. AISLAMIENTO TERMICO.

Aislar térmicamente los buques contribuye directamente al ahorro de energía y también a reducir el vertido a la atmósfera de gases contaminantes que deterioran la capa de ozono, por el hecho de utilizar en menor medida las plantas de aire acondicionado a bordo.

2.3.1 FORMAS DE PROPAGACION DEL CALOR.

Siempre que existe una diferencia de temperatura en el universo, la energía se transfiere de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura. De acuerdo con los conceptos de la termodinámica, esta energía transmitida se denomina calor.

Las leyes de la termodinámica tratan de la transferencia de energía, pero siempre se refieren a sistemas que están en equilibrio, y solo pueden utilizarse para predecir la cantidad de energía requerida para cambiar un sistema de un estado de equilibrio a otro, por lo que no sirven para predecir la rapidez con que puedan producirse estos cambios.

El acto llamado transmisión o transferencia de calor complementa los principios primero y segundo de la termodinámica clásica, proporcionando los métodos de análisis que pueden utilizarse para predecir la velocidad de la transmisión del calor, además de los parámetros variables durante el proceso en función del tiempo.

Para un análisis completo de la transferencia del calor es necesario considerar mecanismos fundamentales de transmisión: conducción, convección y radiación, además del mecanismo de acumulación. El análisis de los sistemas y modelos de intercambio de calor requieren familiaridad con cada uno de estos mecanismos y sus fundamentos, así como de sus interacciones.

a) RADIACION

Se denomina transmisión de calor por radiación cuando la superficie que actúa de pared, intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas. En la radiación el calor se transmite a través del vacío, o atravesando un medio transparente como el aire.

Todas las superficies opacas emiten energía en forma de radiación en una magnitud proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta T , y en un rango de longitudes de onda inversamente proporcional a su temperatura absoluta. Por consiguiente, los cerramientos emiten radiaciones de onda larga, correspondiente al espectro infrarrojo lejano, procedente de sus superficies a temperaturas típicas del ambiente, en función de una propiedad superficial denominada emitancia, y de forma simultánea absorben radiaciones similares emitidas por las superficies visibles de su entorno, en un proceso denominado irradiación.

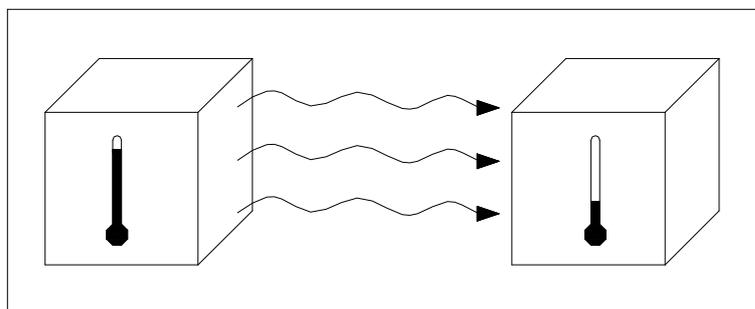


Figura Nº 2 Fenómeno de radiación

b) CONDUCCION

La conducción es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada a otra capa de inferior temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material. La relación existente entre la velocidad de transferencia térmica por conducción y la distribución de temperaturas en el cerramiento depende de las características geométricas y las propiedades de los materiales que lo constituyen, obedeciendo la denominada la Ley de Fourier.

Cuando la pared que actúa como agente separador, por ejemplo, entre dos habitaciones, se encuentra en equilibrio termodinámico resulta que el flujo de calor y la temperatura en cada punto del mismo permanece constante, y el proceso se denomina transmisión en régimen estacionario y el flujo de calor es función de la propiedad de los materiales denominada conductividad.

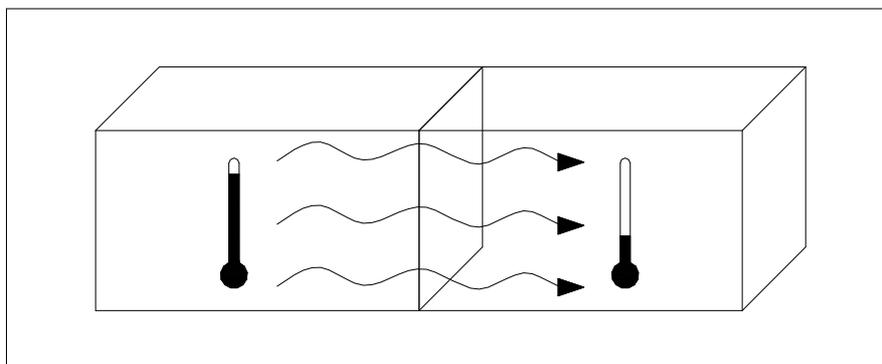


Figura Nº 3 Fenómeno de Conducción

c) CONVECCION

Cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de calor se denomina transmisión de calor por convección. Este proceso es una experiencia común, pero una descripción detallada del mecanismo es complicada dado que además de la conducción hay que considerar el movimiento del aire en zonas próximas a la superficie.

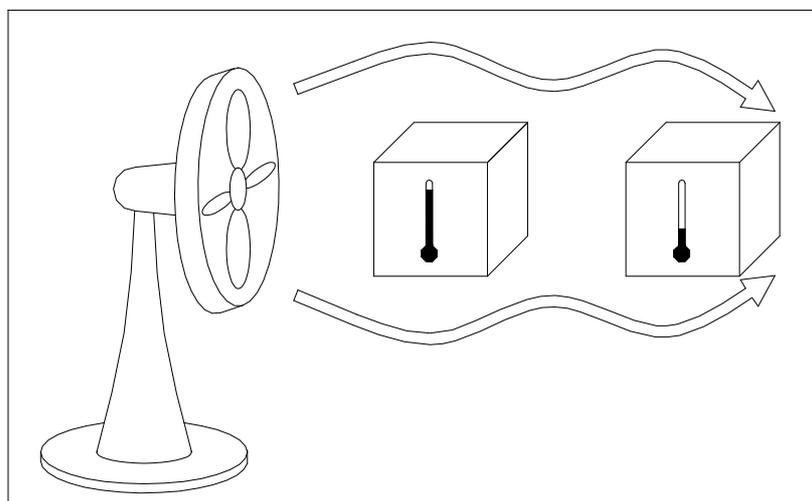


Figura Nº 4 Fenómeno de Convección

2.3.2 FENOMENOS EN RELACION A LA TRANSMISION DE ENERGIA CALORICA.

a) REFLEXION

Es la porción de radiación que rebota del material, sin cambiar la temperatura de este. La parte de la radiación reflejada, lo hace en la misma longitud de onda que la radiación incidente.

b) ABSORCION

Es la porción de radiación que penetrará en el material y hará subir su temperatura.

c) EMISION

Es la reirradiación de la energía absorbida. Funciona en el sentido inverso a la absorción y numéricamente son iguales, pues se reirradia lo que se absorbe.

d) TRANSMISION

Es el paso de la radiación de cierta longitud de onda a través de los cuerpos transparentes. Es nula en los cuerpos opacos.

2.3.3 MATERIALES AISLANTES TERMICOS

Aquel material que tiene la propiedad de impedir la transmisión del calor y que se caracteriza por su Resistividad Térmica. Su poder radica en su baja densidad, por tener celdillas con aire seco. Si dichas celdillas entran en contacto con el agua o la humedad, pierden su propiedad aislante, ya que en ese caso pasan a ser más pesados, densos y conductores.

Tabla N° 3 Propiedades de los materiales para aislamiento térmico.

(Fuente: Catálogo Rockwool)

FUNCIONES	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
<ul style="list-style-type: none"> <i>☞ Economizar energía</i> <i>☞ Reducir la pérdida en las envolventes.</i> <i>☞ Mejorar el confort térmico.</i> <i>☞ Aumentar la resistencia térmica en las envolventes.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>☞ Porosos (celdas con aire o algún gas seco encapsulado en su interior, en estado inerte o quieto).</i> <i>☞ Posee baja capacidad de conductividad.</i> <i>☞ Alta Reflectividad.</i> <i>☞ Impermeable al vapor de agua.</i> <i>☞ Materiales blancos y brillantes.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>☞ Corcho aglomerado.</i> <i>☞ Espuma de Poliuretano.</i> <i>☞ Poliestireno expandido.</i> <i>☞ Lana de vidrio.</i> <i>☞ Vermiculita.</i> <i>☞ Arcilla expandida.</i> <i>☞ Piedra pomes o escoria de lava volcánica.</i> <i>☞ Fibras vegetales de madera, de eucalipto, aglomerado, fibras de caña, de paja, de amianto, etc.</i>

CAPITULO III

MATERIALES PARA AISLAMIENTO

Hoy en día en el mercado naval existen diversos materiales para aislamiento, ya sea de tipo térmico, acústico, o contrafuego a continuación se enumeraran y detallaran las propiedades más importantes de los materiales aislantes más comunes utilizados en la industria.

3.1. POLIURETANO

La espuma de poliuretano se obtiene a partir de tres componentes químicos principales los cuales son:

- ✍ Poliisocianato*
- ✍ Polioli*
- ✍ Agente de expansión*

a) PRINCIPALES PROPIEDADES

- ✍ Se puede aplicar directamente en la obra mediante equipos adecuados en forma de inyección del aislante (poliuretano), esto permite una rápida y prolija ejecución del trabajo y además deja una capa de aislamiento continuo y sin juntas.*
- ✍ Su duración es de carácter indefinida, de acorde a una buena mantención.*
- ✍ Dificulta la formación de hongos y bacterias.*
- ✍ Posee un excelente nivel de adherencia sin necesidad de utilizar otros productos como por ejemplo adhesivos.*
- ✍ Su coeficiente de conductividad térmica muy bajo quizás más bajo que los otros materiales aislantes tradicionales, lo cual permite utilizar espesores menores en aislaciones del mismo carácter.*
- ✍ Posee una alta resistencia a la absorción del agua.*

- ✗ Tiene muy buena estabilidad dimensional en rangos de temperatura que oscilan entre -200°C y 100°C.
- ✗ Posee buena resistencia a ataques de agentes externos como por ejemplo, los hidrocarburos.
- ✗ Poca resistencia mecánica (se “muele” en condiciones de vibración).

b) PROPIEDADES MECANICAS

Las propiedades mecánicas de este material aislante va directamente relacionada con el peso por unidad de volumen de material, es decir, mientras mas alto el valor del peso por unidad de volumen tendremos una mayor resistencia, los valores de peso por unidad de volumen que comúnmente son usados en la industria varían de 30 a 100 kg/m³. de acuerdo a estos valores tendremos los siguientes valores de resistencia mecánica:

- ✗ Modulo de elasticidad: desde 40 a 200 kg/cm²
- ✗ Resistencia a la tracción: desde 3 a 10 kg/cm²
- ✗ Resistencia a la compresión: desde 1.5 a 9 kg/cm²
- ✗ Reasistencia al cizallamiento: desde 1 a 5 kg/cm²

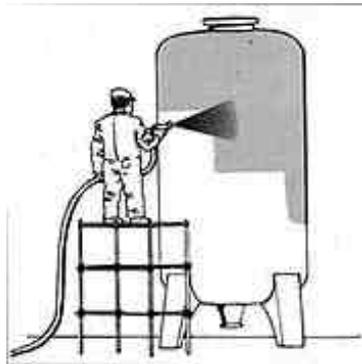
c) COMPORTAMIENTO IGNIFUGO

Según la reglamentación existente para construcción naval ya sea el convenio de seguridad de la vida humana en el mar 1974 (SOLAS) como los reglamentos de sociedades de clasificación, los materiales aislantes deben poseer propiedades de incombustibilidad, es por eso que la espuma de poliuretano, es un material que de acuerdo a su proceso de elaboración se fabrica con agentes químicos, que hacen que este material sea difícilmente inflamable y a su vez autoestinguible, de acuerdo a la norma DIN4102.

d) APLICACIONES

La espuma de poliuretano aplicada en forma de inyección o spray sobre la superficie a tratar no solo actúa como un excelente aislante de carácter térmico sino que también tiene excelentes propiedades de aislación acústica y propiedades anticondensantes además de ofrecer un excelente nivel de impermeabilización, ya que, el 90% de las celdas son cerradas y actúan como una barrera de carácter continua ante la agresión del agua.

- ✍ *En los tanques el poliuretano inyectado ha formado parte importante en lo que se refiere al aislamiento térmico, su inyección forma una cáscara continua sin juntas y adhesivo lo que hace que quede un trabajo prolijo y de excelente calidad estética y a la vez técnica.*



- ✍ *El poliuretano es un excelente aislador térmico es por eso que es el aliado imprescindible en las cámaras de frío, el hecho de poseer un alto grado de aislamiento térmica posibilita aplicar la espuma de menor espesor en el espacio de cámaras de frío y por ende tener un mejor aprovechamiento del espacio de éstas.*
- ✍ *En las bodegas refrigeradas de barcos pesqueros el poliuretano es un excelente aislante, que permite la aplicación en forma continua sobre la estructura de bodegas obteniendo así un excelente nivel de aislamiento.*

3.2. ESPUMA DE POLIESTIRENO

La espuma de poliestireno a través de los años se utilizado como material de empaque, como elemento constructivo, etc. Pero su utilización se masifica en el momento en que se utiliza como aislante térmico habiéndose probado su efectividad con el correr de los años, además de ser un buen aislante no contamina ya que no contiene clorofluocarbonos y una propiedad importante en el, es que es 100% reciclable.

Su principal característica es su densidad, ya que, de esta depende su conductividad térmica y resistencia a la compresión.

a) PRINCIPALES PROPIEDADES

- ✗ Disminuir la ganancia de temperatura en sistemas de baja temperatura.*
- ✗ Facilitar el control de temperatura en procesos.*
- ✗ Evitar la condensación de vapor de agua o la formación de hielo en las superficies frías cuando es usado correctamente.*
- ✗ Aminorar las fluctuaciones de temperaturas cuando no existe algún método con el cual poder controlarlas eficazmente.*

b) COMPORTAMIENTO IGNIFUGO

Este material posee la capacidad de ser un producto autoextinguible a la presencia de fuego y además de poseer la capacidad de no alimentar el fuego, ya que, posee elementos ignífugos en sus productos de fabricación.

c) DENSIDAD

Por poseer densidad variable el poliestireno es un material aislante que se debe utilizar de acuerdo a las necesidades de aislamiento, teniendo la densidad de este material como un factor predominante a la hora de la elección del mismo.

d) APLICACIÓN

Según su densidad a continuación se enumeraran las aplicaciones más comunes de la espuma de poliestireno:

- ✍ *Poliestireno de densidad 20kg/m^3 se usa generalmente en aislaciones correspondientes al ámbito de la calefacción y la refrigeración, este material en este rango de densidad posee muy buenas propiedades físicas como lo es la resistencia a la humedad y al paso de vapor de agua, además de esto posee excelente estabilidad dimensional.*
- ✍ *El poliestireno de densidad de 25kg/m^3 posee excelentes propiedades de resistencia mecánica por lo que puede ser usado, por ejemplo, en pisos de cámaras frigoríficas de tráfico semipesado.*

3.3. LANA DE VIDRIO

La lana de vidrio es un producto que es producido mediante la fundición, principalmente de arenas con alto contenido de sílice, a altas temperaturas, esto da como resultado un producto conocido como lana de vidrio que posee excelentes propiedades de aislamiento térmico como también acústico, con una elevada resiliencia y una excelente estabilidad dimensional.

a) PRINCIPALES PROPIEDADES

- ✍ *Excelente coeficiente de conductividad térmica de: 0.028 a 0.036 kcal/mh°C*
- ✍ *Este material es químicamente inerte, no es corrosivo en contacto con los metales lo que es un factor muy importante en la industria naval, además no es atacado por productos químicos.*
- ✍ *Es liviano.*
- ✍ *No es un medio para la proliferación de bacterias, hongos, insectos ni roedores.*
- ✍ *La lana de vidrio es un material que contiene partículas respirables es por eso que el trabajador que esta manipulará la lana de vidrio, deberá poseer los medios de seguridad necesarios para preservar su salud, como por ejemplo mascarillas, guantes y overoll.*

b) COMPORTAMIENTO IGNIFUGO

Como todos los materiales utilizados en la aislacion de buques, la lana de vidrio es un material incombustible, además de ser un agente retardador de la propagación del fuego.

c) APLICACIONES

La lana de vidrio se utiliza generalmente en las siguientes aplicaciones:

- ✗ Para aislación térmica y acústica de espacios de habitaciones, se aplica bajo cubiertas en mamparos y casco.*
- ✗ Para aislacion térmica de ductos de escapes de motores, ya sean, principales o auxiliares.*

3.4. LANA DE ROCA VOLCANICA

La lana de roca volcánica es el material aislante más usado en el aislamiento de barcos, por su excelente comportamiento ya sea térmico. Acústico y contrafuego.

a) PROCESO DE FABRICACION

La materia prima de este material aislante es el Basalto que junto con el Coke, que es el material combustible, y el magnesio con los minerales calcáreos se funden a temperaturas superiores a los 1500°C.

Estos materiales mencionados anteriormente, son cuidadosamente seleccionados y dosificados antes de hacer el ingreso al horno de fundición donde es aplicada temperaturas sobre los 1500°C. El material resultante después de la fundición es un material líquido idéntico a la lava, el cual es decantado sobre ruedas que giran a altas velocidades, lo que provoca que este material fundido sea centrifugado.

Una vez centrifugado el material líquido es enfriado, en una cámara de depresión, formándose partículas de este material de formas alargadas formas y diámetros diferentes, dependiendo del proceso de producción, una vez terminado este proceso de producción, estas partículas son rociadas con un material adhesivo o ligante, para compactarlas.

En este momento la lana es juntada, formando una especie de colchón de espesor uniforme, este colchón es depositado en una correa transportadora en forma de péndulo lo que permitirá que las fibras queden en forma multidireccional.

Lo mencionado anteriormente sobre el colchón, éste es sometido a un proceso de polimerización y compresión en lo cual el producto adquiere las características deseadas.

En este proceso de fabricación son empleadas modernas tecnologías de informática industrial como también automatización, lo que hace que este producto posea excelentes niveles de aislamiento térmico, acústica y contrafuego.

b) COMPORTAMIENTO IGNIFUGO

La lana de roca volcánica es un material aislante que no es inflamable no es combustible y no aporta gases ni humos tóxicos, la lana de roca volcánica es un producto mineral no orgánico.

La lana de roca volcánica es termoestable, se funde a temperaturas superiores a los 1000°C y sigue prestando sus condiciones mecánicas a tan altas temperaturas.

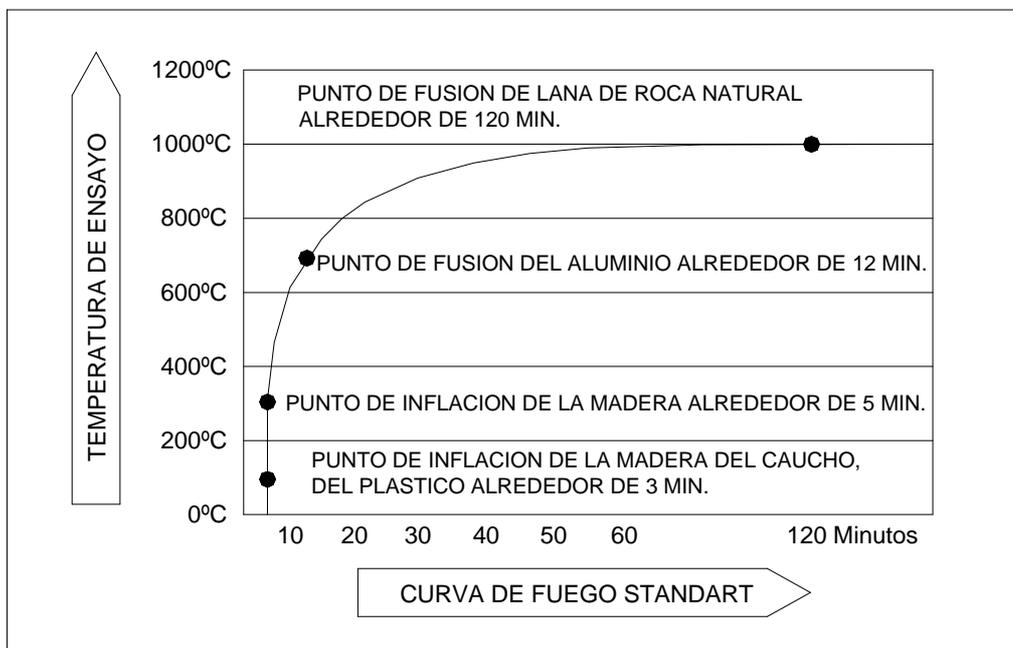


Figura Nº 5 Curva de Fuego vs. Temperatura

c) RESISTENCIA AL AGUA.

La humedad y el agua son los principales enemigos de un buen aislamiento, puesto que la presencia de estos elementos hace subir la conductividad térmica de los materiales aislantes y junto a ello un déficit en aislamiento térmico.

La lana de roca volcánica tiene la propiedad de no ser hidrófila ni higroscópica y aún menos absorbe agua por capilaridad.

- ✍ *Materiales Hidrófilos: Materiales que absorben y retienen con mucha facilidad agua, la lana de roca volcánica es no hidrófila por lo tanto no absorbe ni retiene agua.*
- ✍ *Materiales Higroscópicos: Estos materiales tienen la capacidad de atrapar y retener el vapor de agua del aire, la lana de roca volcánica no es higroscópica, ya que, no es una barrera para el vapor de agua es decir no es barrera al paso de vapor de agua.*

d) PRINCIPALES PROPIEDADES

✍ *Ahorro de energía: La lana de roca volcánica disminuye en forma considerable los cambios térmicos de una cara fría a una caliente, como por ejemplo, el exterior del casco con el interior del casco.*

Con este solo hecho ya antes mencionado, tenemos una reducción de energía en los equipos de calefacción

✍ *Confort Acústico: El ruido dentro de un buque es un tema no menor al momento de evaluar las instalaciones de acomodaciones, la lana de roca volcánica es un excelente aislante acústico, ya que, su estructura multidireccional y su estructura abierta frena el movimiento de las ondas sonoras y así disipando el sonido.*

Desde el punto de vista netamente acústico la lana de roca volcánica actúa como un acondicionador acústico, mediante la absorción de la energía sonora circulante por el aire. Y actúa de forma de un aislante acústico atacando los ruidos aéreos y los ruidos de impactos.

✍ *Protección Contrafuego: Los incendios en sí son unas de las materias importantes relativas a la seguridad de un buque, es por eso que la normativa vigente dice que el buque debe ser aislado con materiales incombustibles de acuerdo con sus controles de calidad. El fuego puede tener consecuencias desastrosas con respecto a la inhalación de humos tóxicos, así como también, por quemaduras propiamente tal.*

La lana de roca volcánica es un material mineral, de roca volcánica y por ende, es incombustible y no contribuye de ningún modo a la propagación del fuego.

Con un punto de fusión superior a los 1000°C la lana de roca volcánica conserva sus propiedades a tan altas temperaturas, y ayuda en forma eficiente a evitar la propagación del fuego ya que actúa como una barrera protectora

CAPITULO IV

REGLAMENTACION PARA AISLAMIENTO

El aislamiento de buques está afectado principalmente por la reglamentación que respecta a la protección y extinción de incendios.

El principal organismo regulador de este problema es, el convenio para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS) es por eso que nos dedicaremos principalmente a tratar este reglamento.

4.1. DIVISIONES DE CLASE “A”

Son las divisiones formadas por cubiertas y mamparos que reúnan las características siguientes:

- ✗ El material de construcción sea de acero u otro material equivalente.*
- ✗ Contengan refuerzos de manera conveniente.*
- ✗ Debe tener una construcción tal que, impida el paso de humo y llamas, hasta el final de un ensayo estándar de exposición al fuego.*
- ✗ Deben estar aisladas con materiales incombustibles que estén aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación:*

<i>Clase “A-60”</i>	<i>60 min.</i>
<i>Clase “A-30”</i>	<i>30 min.</i>
<i>Clase “A-15”</i>	<i>15 min.</i>
<i>Clase “A-0”</i>	<i>0 min.</i>

(Según convenio para la seguridad de la vida humana en el mar SOLAS)

4.2. DIVISIONES CLASE “B”

Estas divisiones son las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos, forros interiores que reúnan las siguientes condiciones especiales:

- ✍ Deben estar construidas de tal forma que impida el paso de llamas y humos, después de haber transcurrido media hora del ensayo de exposición al fuego.
- ✍ El nivel de aislamiento debe ser tal, que no debe superar los 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación:

Clase “B-15”	15 min.
Clase “B-0”	0 min.

- ✍ Los materiales que se utilicen para la construcción deben ser de materiales incombustibles para las divisiones de la clase “B”.

4.3. DIVISIONES CLASE “C”

Las divisiones clase “C” son las que son construidas con materiales incombustibles, para este caso de divisiones no existe una normativa en lo referente al paso de humo, de llamas o de elevación de temperatura dentro de rangos predeterminados, además de utilizar materiales incombustible también se tiene la autorización de ocupar chapas combustibles, siempre y cuando estos materiales satisfagan otro tipo de reglamentación entregada por el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS).

4.4. ESPACIO DE MAQUINAS.

El espacio de sala de máquinas es categorizado como espacio Clase "A" asimismo como los accesos a ellas, además de los siguientes casos:

- ✗ Los espacios en que en su interior se encuentren motores de combustión interna utilizados para la propulsión del buque.*
- ✗ Los espacios que contengan motores de combustión interna que tengan una potencia igual o superior a 375kw, que sean utilizados para fines distintos con la propulsión principal del buque.*
- ✗ Espacios en que se encuentren calderas o cualquier instalación donde se utilice combustible líquido para su utilización.*

4.5. REGLAMENTACION DE CASAS CLASIFICADORAS

En general la reglamentación en referencia a la aislación de un buque por parte de las casas clasificadoras se basa generalmente, en el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS 1974), aunque existen diferentes tipos de restricciones según la casa clasificadora, según ABS (American Bureau Shipping), entrega instrucciones sobre la prohibición de utilizar materiales con asbestos salvo que sea aislación térmica que se utilice para aislar situaciones donde se produzcan temperaturas sobre 1000°C.

Además ABS reglamenta que las superficies calientes deben ser eficazmente aisladas para evitar contacto con la tripulación. Donde sea probable que la temperatura exceda los 220°C.

Con respecto a los materiales a utilizarse en el aislamiento del buque, las casas clasificadoras utilizan parámetros similares al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS 1974).

CAPITULO V

EJEMPLO DE APLICACIÓN

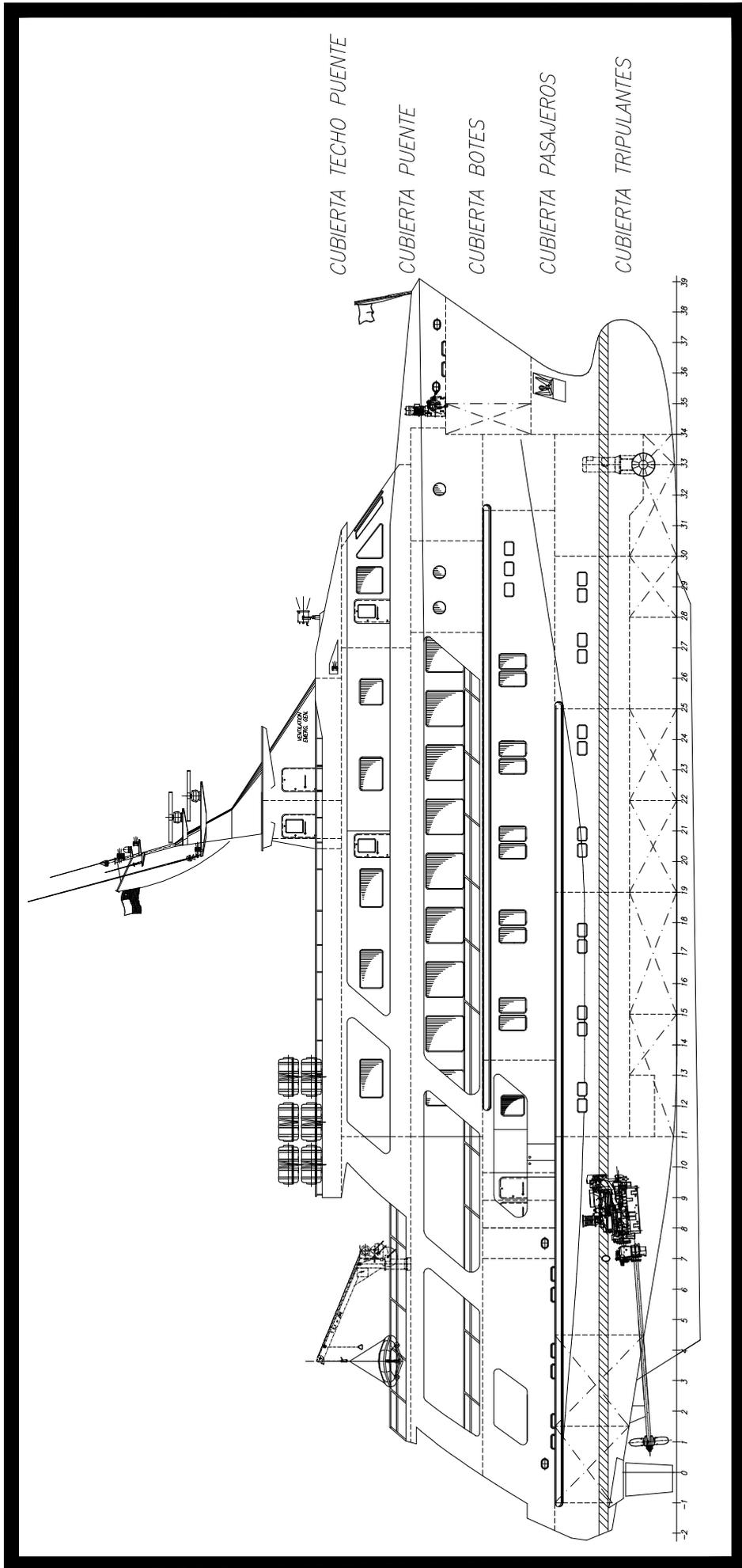
En este capítulo, se presenta un ejercicio de aplicación de aislamiento de un buque, este ejemplo de aplicación se tomará en consideración la reglamentación necesaria para abordar este problema, así como también, se tendrá consideración especial en el material a utilizar para el aislamiento, se mostrará diferentes problemas que se encuentran en la práctica para la instalación de dicho aislamiento.

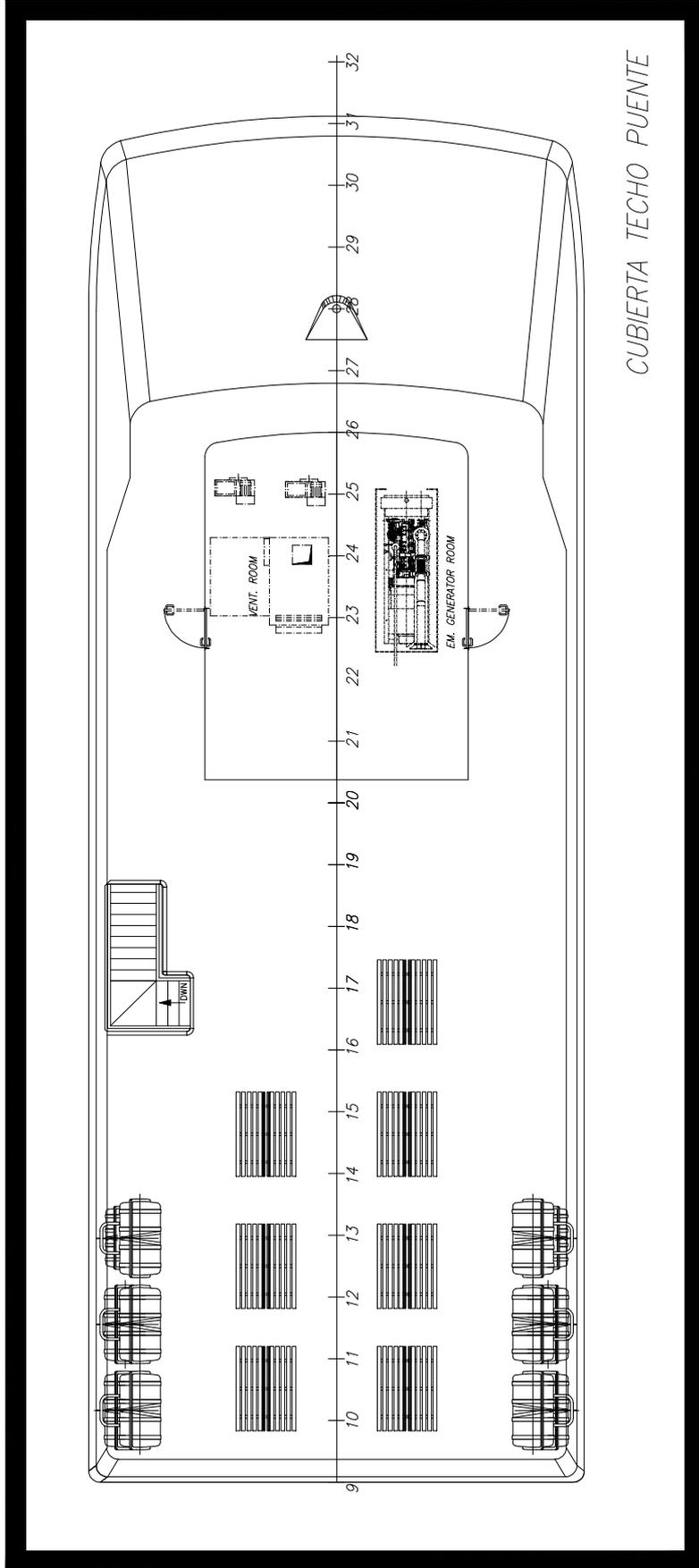
5.1 PRESENTACION DEL EJEMPLO

El ejemplo está basado en un barco de pasajeros, este buque posee 5 cubiertas en donde está distribuido comedores, sala de máquinas, camarotes, sala de estar, el barco posee las siguientes características principales.

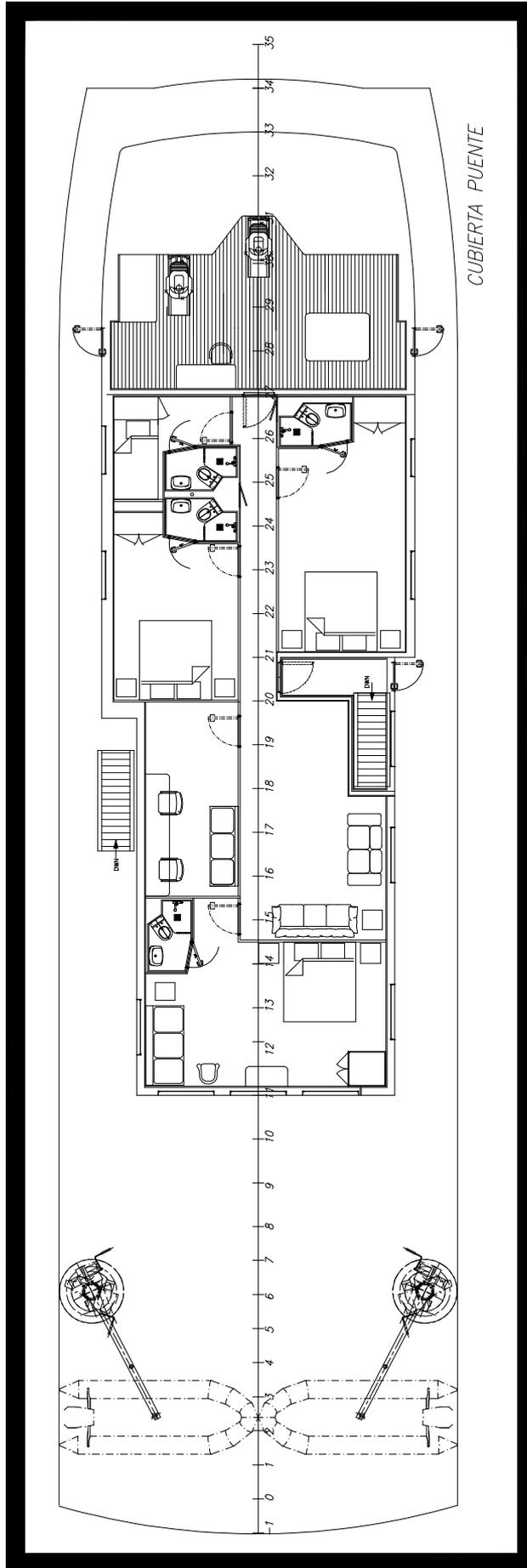
<i>Eslora:</i>	<i>45.4 m.</i>
<i>Eslora entre Pp.:</i>	<i>41.65 m.</i>
<i>Manga moldeada:</i>	<i>10.00 m.</i>
<i>Puntal:</i>	<i>4.40 m.</i>
<i>Calado de diseño:</i>	<i>2.80 m.</i>
<i>Potencia:</i>	<i>2x625 kw.</i>

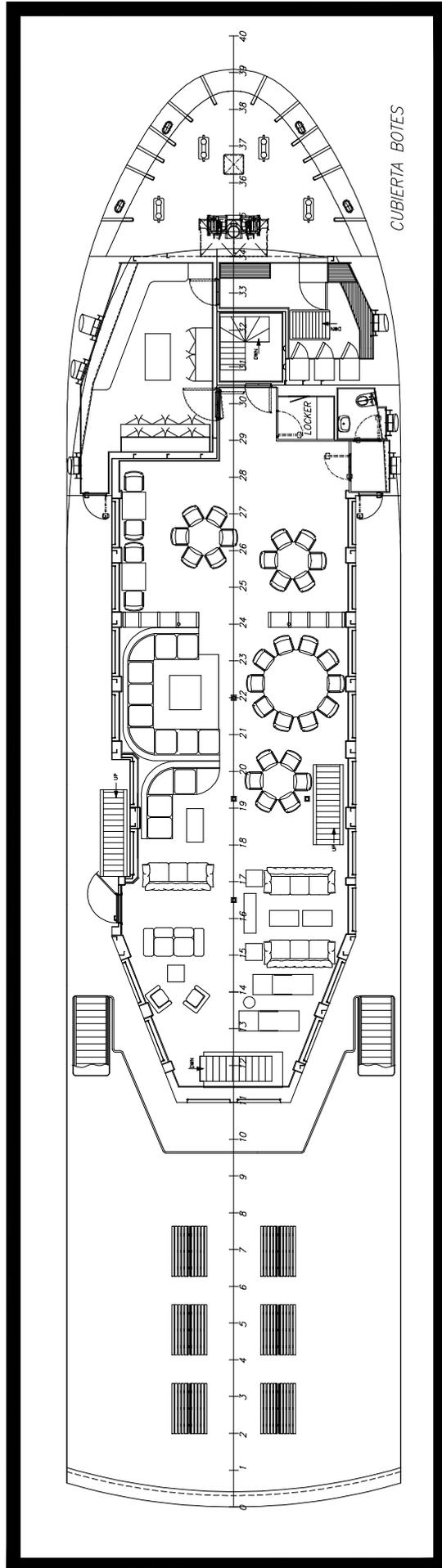
Desde la figura N° 6 a la figura N° 11 se muestra el plano de arreglo general de nuestro ejemplo de aplicación.

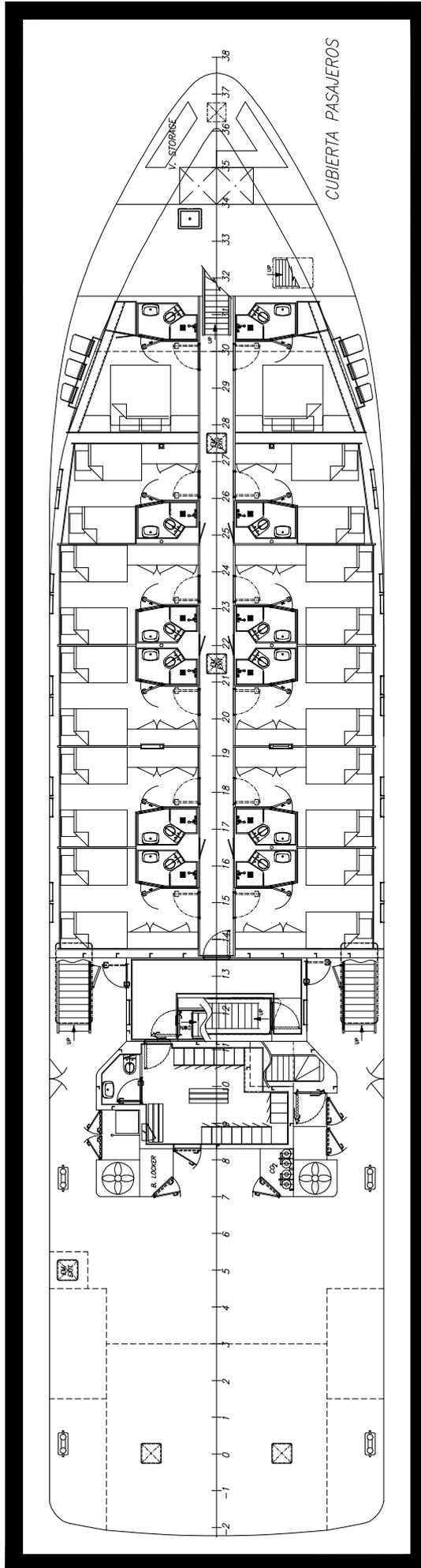


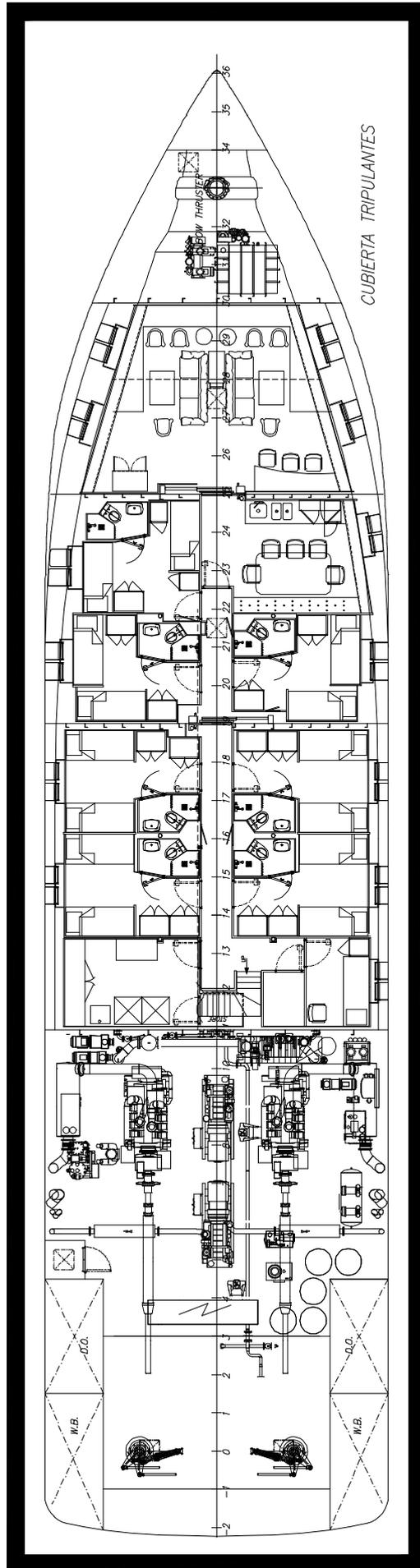


CUBIERTA TECHO PUENTE









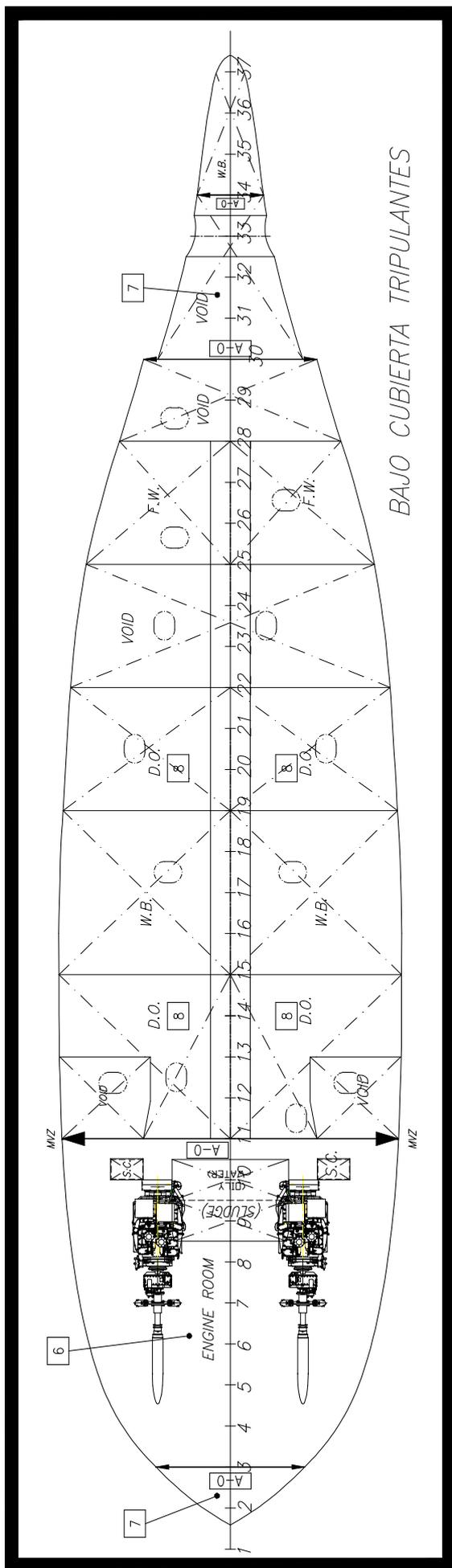
En las figuras anteriores (figura N° 6 a figura N° 11), representa un buque de pasajeros el cual tiene 5 cubiertas, el material de construcción del buque es principalmente de acero en las 3 cubiertas inferiores (cubierta de tripulantes, cubierta de pasajeros y cubierta de botes), en las dos cubiertas superiores, la estructura del buque es de aluminio naval (cubierta puente y cubierta techo de puente).

5.2. EL PLANO DE ZONAS DE FUEGO

El plano de zonas de fuego (Fire Zone Plan), es el plano donde se categorizan los espacios del buque, esta categorización de espacios se hace en base al reglamento “Convención Internacional para la Seguridad de la vida Humana en el Mar” (SOLAS 1974), la finalidad de este plano es entregar información necesaria sobre los lugares del buque donde son más propensos o tienen riesgos de incendio, así como también, aquellos lugares que no poseen peligro.

Para nuestro ejemplo de aplicación el plano de zonas de fuego utilizaremos el reglamento “Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar” (SOLAS 1974), que en su capítulo II-2 parte B Regla 27 hace referencia hacia la integridad al fuego de los mamparos y cubiertas en buques que no transporten más de 36 pasajeros, en esta sección del reglamento mencionado, determina las normas adecuadas de integridad al fuego que deben regir entre espacios contiguos, estos espacios son clasificados según el riesgo de incendio en las categorías que son enumeradas desde la (1) a la (11) según corresponda.

A continuación en la figura N° 12 se representa el plano de zonas de fuego para el doble fondo del buque de ejemplo.



En la planta del doble fondo que se muestra con anterioridad (figura N° 12) se indican las categorías de los espacios mostrados, se puede apreciar que entre la cuaderna 1 y 3 se encuentra la parte baja de la sala de timones (Steering Gear), este espacio es categorizado con el número (7) que corresponde a otros espacios de máquinas, desde la cuaderna 3 a la cuaderna 11 se categoriza con el número (6) ya que corresponde a sala de máquinas, todos los espacios destinados a estanques son categorizados con el número (8), entre las secciones 30 a 34 se categoriza con el número (7), ya que, corresponden a otros espacios de máquinas como es el hecho de la parte baja de la sala de empujador lateral de proa (Bow Thruster).

En el anexo planos, se encuentra el símbolo de a continuación, aquí es explicado para su fácil lectura.

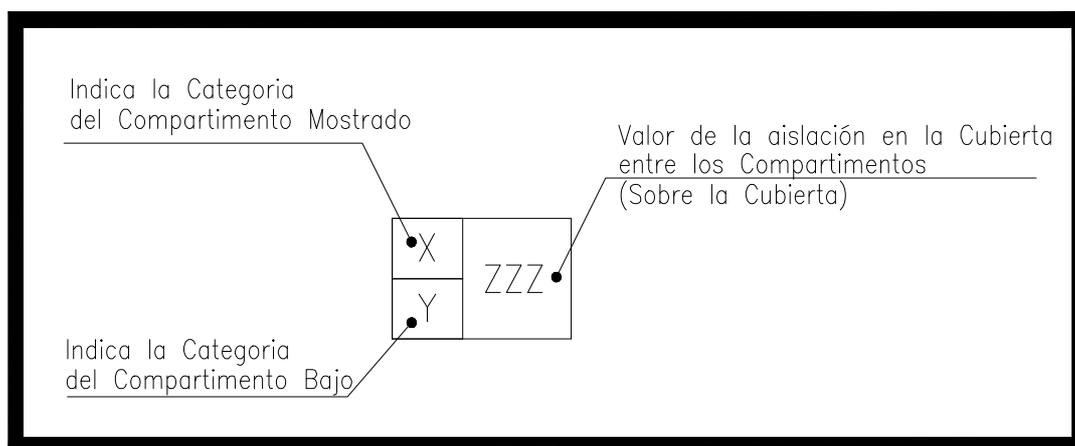


Figura N° 13 Explicación de símbolo.

Este símbolo indica el número de categorización del espacio mostrado y además del espacio que se encuentra bajo este, con esto facilita la introducción a las tablas del “Convenio Para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar” (Ver anexo N° 10) y así poder dar un valor de aislamiento de manera más rápida.

En la sección de planos (Ver Plano N° 1 desde hoja N° 1 a hoja N° 5) se encuentran los planos de zonas de fuego de las demás cubiertas de nuestro ejemplo de aplicación.

5.3. MATERIALES AISLANTES A UTILIZAR

Para nuestro ejemplo utilizaremos como material aislante la lana de roca volcánica, la lana de roca volcánica será marca ROCKWOOL que es una empresa proveedora de este material aislante y que posee certificados de sociedades de clasificación que avalan su calidad.

A continuación se muestra la tabla N° 4 donde se especifica qué tipo de producto utilizaremos en la aislacion de nuestro buque.

Tabla N° 4 Materiales a utilizar para aislamiento de nuestro ejemplo

	DESCRIPCION DEL MATERIAL
Integridad al Fuego A-60	<u>Estructura de Acero</u>
	<u>Mamparos:</u> Superficie FireBatts130 65 mm. ROCKWOOL Refuerzos Marine Wired Mat 105 30mm ROCKWOOL
	<u>Cielos:</u> Superficie FireBatts130 45 mm. ROCKWOOL Refuerzos Marine Wired Mat 105 30mm. ROCKWOOL
	<u>Cubierta:</u> Tefrolith FTG-35 35 mm.
Integridad al Fuego A-15/A-0	<u>Estructura de Aluminio (ALUM)</u>
	<u>Mamparos:</u> Superficie y Refuerzos Marine FireBatts130 2x30mm. ROCKWOOL
	<u>Cielos:</u> Superficie y Refuerzos Marine FireBatts130 2x30mm. ROCKWOOL
Integridad al Fuego B-0/C (Fire Panel)	Panel NORAC para Mamparos y Cielos (Ver Anexo)

Los certificados para integridad A-60 en la estructura de acero en mamparos, cielos y cubierta el certificado lo entrega la casa clasificadora Germanischer Lloyd's. Para integridad A-60 en estructura de aluminio para mamparos y cielos el certificado lo entrega la casa clasificadora Bureau Veritas. Para integridad al fuego A-15/A-0 en estructura de aluminio el certificado lo entrega Bureau Veritas. Para integridad al fuego B-0/C se utiliza paneles Norac aprobados por la casa clasificadora Bureau Veritas.

5.4. AISLACION EN SALA DE MAQUINAS

La sala de máquinas se encuentra preferentemente en la cubierta de tripulantes, la sala de máquinas es categorizada con el numero (6), en el mamparo de proa de sala de máquinas que corresponde a la sección 11 del plano, debe ser aislada con materiales aislantes aprobados para aislacion A-60 lo mismo ocurre para la salida de emergencia de sala de máquinas, que se encuentra en la banda de babor, el mamparo que une el tanque de combustible de ambas bandas con la sala de maquinas debe ser aislado con materiales para una integridad al fuego A-60, el mamparo que une la sala de maquinas con la sala de timones corresponde a la sección 3, este mamparo posee una integridad al fuego A-0.

Los valores de integridad al fuego son entregados por la tabla 27.1 y 27.2 del capítulo II-2 parte B del "Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar" (Ver Anexo 10), estas tablas dan valores de integridad al fuego de espacios adyacentes, la tabla 27.1 da valores para mamparos que separan espacios adyacentes, la tabla 27.2 da valores de integridad al fuego para cubiertas que separan espacios adyacentes.

5.5. AISLAMIENTO EN ACOMODACIONES

Las acomodaciones en general (ver plano N° 2 desde hoja N° 1 a hoja N°4) son fabricadas con paneles que a la vez sirven de separación entre, por ejemplo, camarotes y pasillos, cumplen la labor de ser aislantes, según su posición pueden tener integración al fuego "B-0" o "C", según la tabla 27.1 "Integridad al fuego de los mamparos que separan espacios adyacentes" del Convenio Internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) el mamparo de separación entre un camarote y el pasillo debe tener una integridad al fuego B-0 y en la misma tabla se puede apreciar que el mamparo de separación entre camarotes debe tener una integridad al fuego "C", estas especificaciones se encuentran acotadas en la sección planos, y en el plano numero 2 dentro de las cinco hojas respectivas.

Estos paneles son proporcionados por la empresa NORAC en los anexos se ven diferentes tipos de paneles y accesorios (ver anexo 8).

5.6. AISLAMIENTO EN ESPACIOS VARIOS

A continuación analizaremos el tipo de aislamiento que utilizaremos en espacios variados de nuestro buque.

a) SALA DE VENTILACION Y GENERADOR DE EMERGENCIA

La sala de ventilación (ver plano N° 2 hoja N°5), es la que alberga los equipos de ventilación del buque, ya sea, equipos de aire acondicionado, ventiladores, extractores y calentadores eléctricos, por otro lado en la sala de generador de emergencia se encuentra el equipo generador que consta de un generador de combustión interna, con su respectivo tanque de combustible y tableros eléctricos. Estas dos salas se encuentran ubicadas en la cubierta techo del puente entre las secciones 20+550 a la 27, consta de un habitáculo separado por un mamparo en longitudinal en L.C. estos espacios son categorizados, para la sala de ventilación, según la regla 27 del capítulo II-2 regla B de SOLAS con el numero (1) (Ver Anexo 10), y para la sala de generador de emergencia con el numero (7), es por eso que el mamparo de división debe ir aislado con integridad al fuego A-15.

b) COCINA Y SALA DE PROVISIONES

La cocina y la sala de provisiones (ver plano N° 2 hoja N° 3), se encuentran en la cubierta bote aproximadamente entre las secciones 28 y 34, la cocina es categorizada con el numero (9) al igual que la sala de provisiones, los mamparos de separación de estos espacios serán aislados con un nivel de integración al fuego A-0 según la tabla 27.1 de la regla 27 del capítulo II-2 regla B de SOLAS (Ver Anexo).

c) LOCKER, LOCKER DE INCENDIO Y SALA DE CO2

Estos espacios se encuentran ubicados en la cubierta de pasajero en popa (ver plano N° 2 hoja N° 2), el locker y el locker de incendio están categorizados con el número (5) que corresponde a los espacios de servicios, los cuales sirven para armario o pañoles los cuales no almacenen líquidos inflamables o combustibles, es por eso que deben ser aislado con integración al fuego A-60 según la tabla 27.1 de la regla 27 del capítulo II-2 regla B de SOLAS (Ver Anexo 10). La sala de CO2 es categorizada con el numero (1) y debe ser aislada con una integridad al fuego A-60 según la tabla 27.1 de la regla 27 del capítulo II-2 regla B de SOLAS (Ver Anexo 10).

5.7. INSTALACION

La instalación de la lana de roca volcánica se hace en base a clavos soldados en los mamparos o cielos, donde se entierra la lana de roca volcánica y es fijada mediante arandelas antideslizantes que se introducen en los clavos y así impide la salida de la lana.

A continuación se presenta una figura donde se muestra la instalación típica de la lana de roca volcánica.

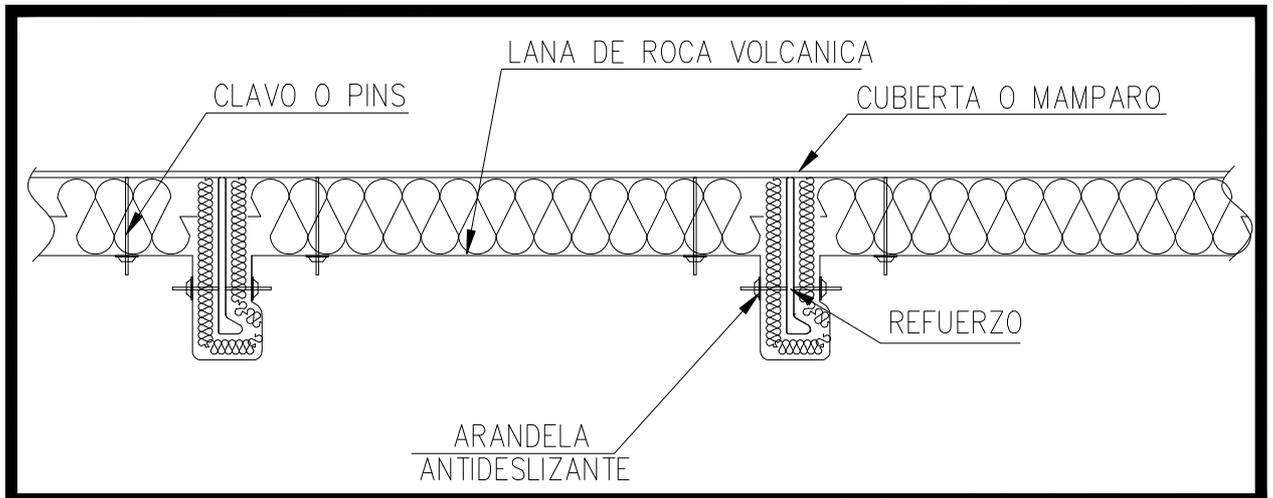


Figura Nº 14 Instalación típica de lana de roca volcánica

A continuación se muestra como queda la instalación de la lana de roca volcánica en obra.



Figura Nº 15 Foto de lana de roca volcánica instalada.

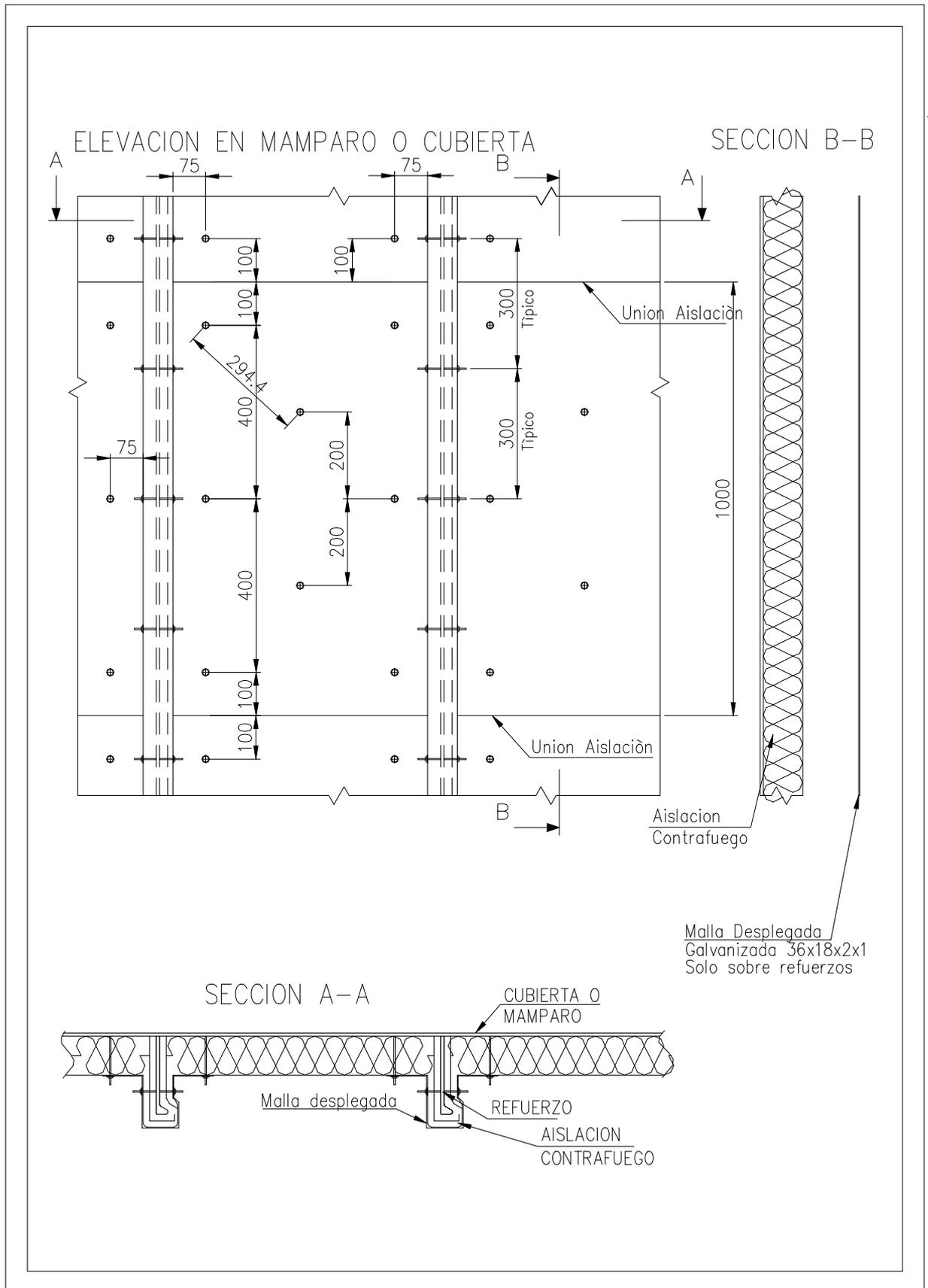


Figura Nº 15 Instalación de lana de roca volcánica para aislamiento con integridad al fuego A-60.

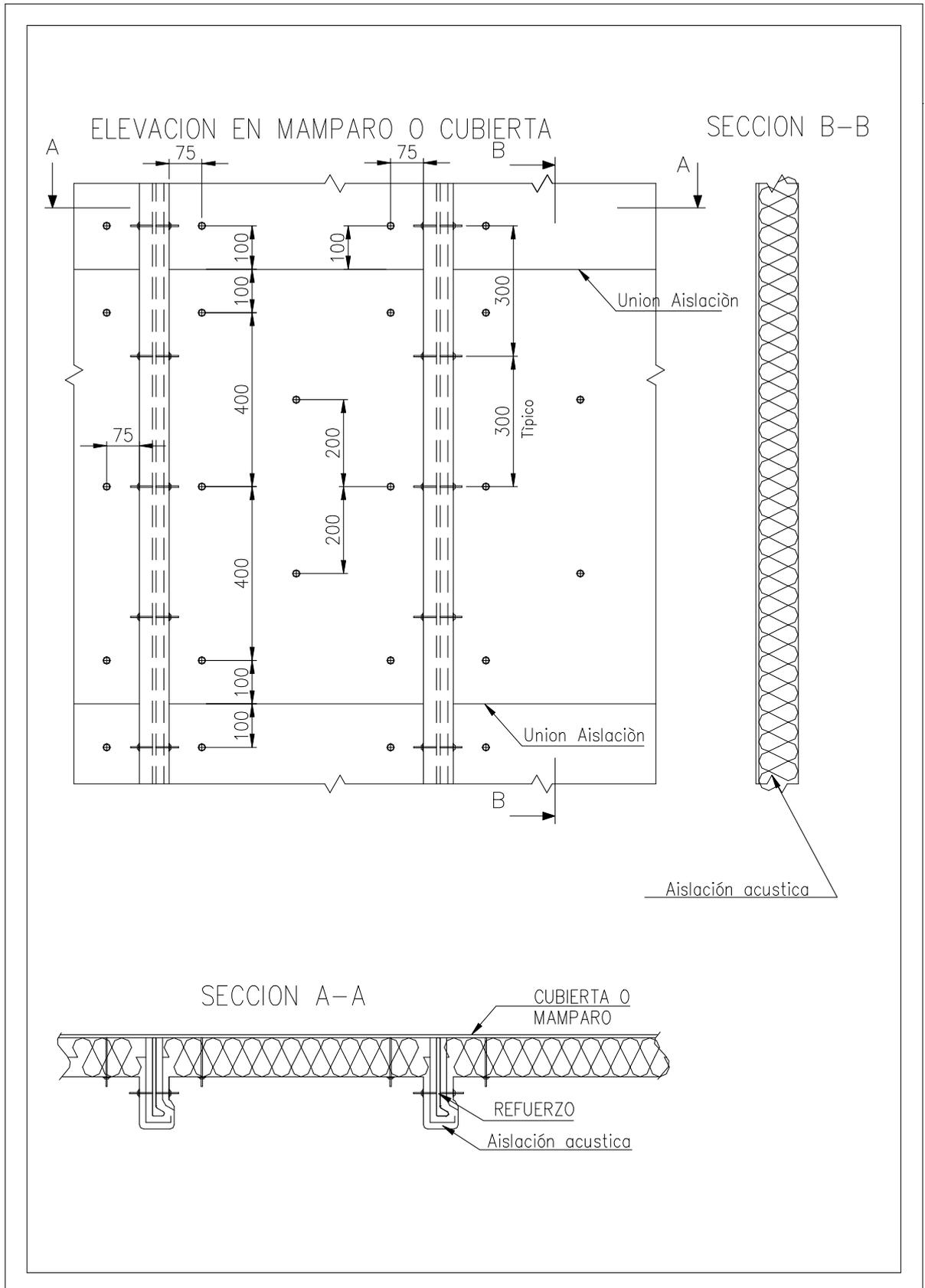


Figura N° 16 Instalación de lana de roca volcánica para aislamiento acústico.

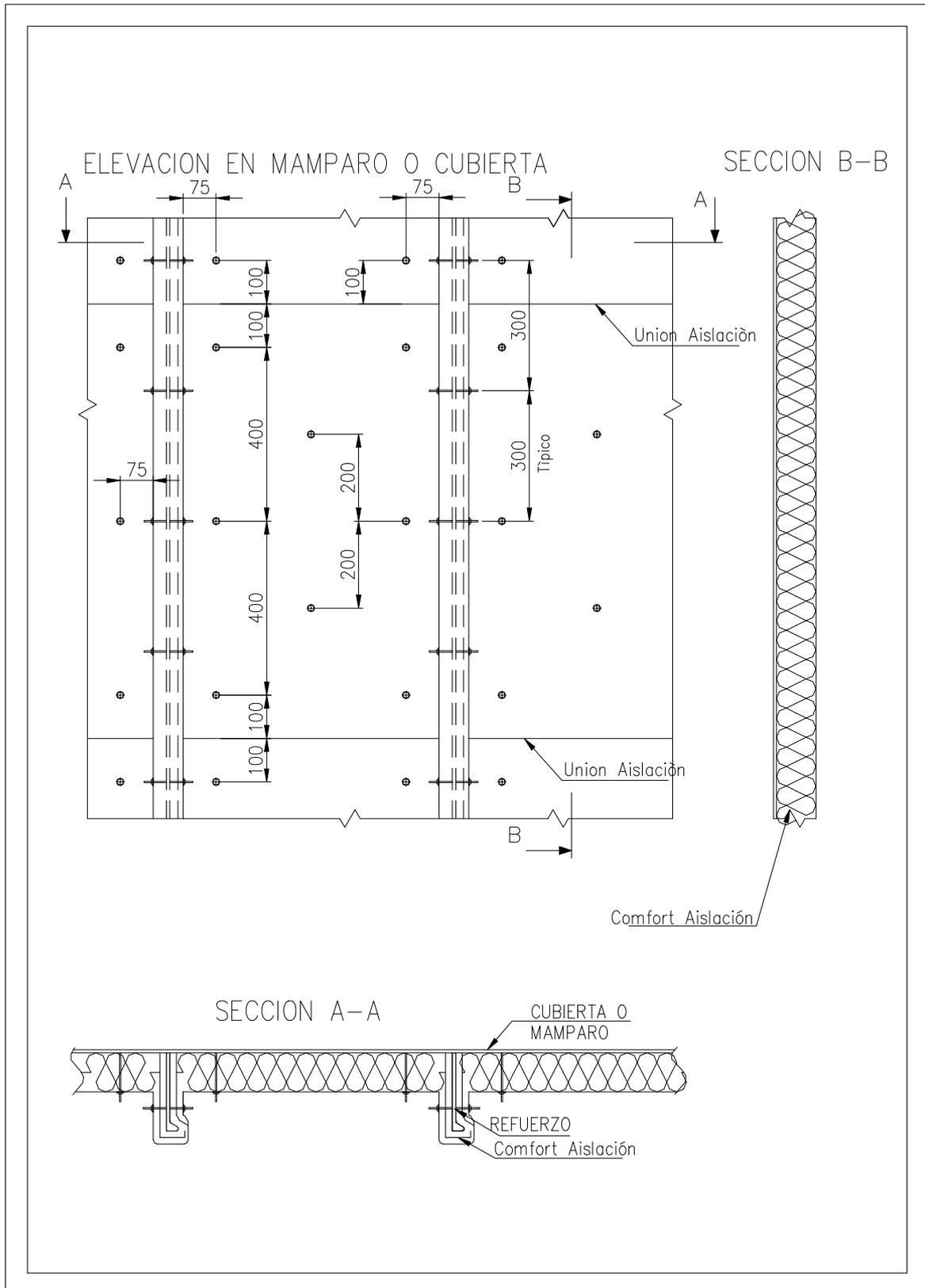


Figura Nº 16 Instalación de lana de roca volcánica para aislamiento de comfort.

CONCLUSION

El aislamiento de un buque, en si, es una problemática cada vez más exigente por la reglamentación internacional, la normativa más exigente al momento de aislar un buque es el material a utilizar, vale decir, un material que cumpla con las características exigidas por la reglamentación, la principal exigencia que debe cumplir un material aislante es la resistencia al fuego, vale decir, un material que tenga características de ser incombustible y de no emanar gases o humos tóxicos en su contacto con el fuego.

El primer paso en la elaboración de un proyecto de aislamiento de buque es el estudio de los espacios de la nave y desarrollar el plano de “Zonas de Fuego”, este plano, es el que da la pauta inicial para ver de que forma aisla el buque.

Luego de la construcción del plano de “Zonas de Fuego” se debe construir un plano de aislamiento de acuerdo con la reglamentación vigente, en este caso SOLAS.

En el caso de la elección del material lo más importante es que estos materiales sean certificados, es decir, que sean materiales aprobados por casas clasificadoras, y al mismo tiempo indagar en catálogos de estos, para ver que tipo de material es el que podemos ocupar de acuerdo a la integridad mínima al fuego que estos puedan soportar.

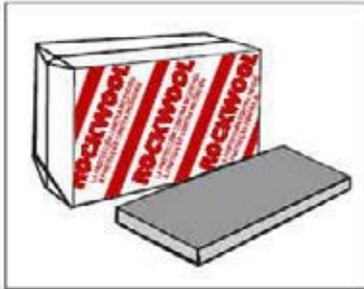
ANEXOS

INDICE

ANEXO	PÁGINA
<i>1 Lana de roca volcánica tipo FIREBATTS 130</i>	<i>46</i>
<i>2 Lana de roca Volcánica tipo MARINE BATTS 32-45</i>	<i>47</i>
<i>3 Lana de roca volcánica tipo Marine WIRED MAT 105</i>	<i>48</i>
<i>4 Lana de roca Volcánica tipo Panel</i>	<i>49</i>
<i>5 Certificado de calidad de Germanischer Lloyd</i>	<i>50</i>
<i>6 Certificado de calidad de Bureau Veritas (mamparos)</i>	<i>52</i>
<i>7 Certificado de calidad de Bureau Veritas (cubiertas)</i>	<i>53</i>
<i>8 Panel NORAC para acomodaciones</i>	<i>54</i>
<i>9 Regla 3 Capitulo II-2 Parte A SOLAS</i>	<i>55</i>
<i>10 Regla 27 Capitulo II-2 Parte B SOLAS</i>	<i>61</i>

Anexo 1. Lana de roca Volcánica tipo Firebatts 130

FIREBATTS 130



Descripción del producto

Rockwool Firebatts 130 es un panel aislante semirígido de lana de roca levemente impregnada de resina fenólica. También se puede suministrar revestido por una cara con una lámina de aluminio reforzado.

Aplicación

Rockwool marine Firebatts 130 se utiliza, mayoritariamente, como protección contra el fuego en cubiertas y mamparos de barcos e instalaciones "offshore".

Este producto también se usa como aislante para objetos que adquieran temperaturas mayores a 750° C.

Ventajas del producto

- No combustible (IMO A.799(19))
- Construcciones satisfactorias.

Densidad nominal

Firebatts 130 tiene una densidad aproximada de 130 Kg/m³.

Temperaturas máximas

- Lado de la lana de roca: 750°C.
- Lado de la lámina de aluminio:
 - a) Zona adhesiva 80°C.
 - b) Zona lámina aluminio, 250°C.

Reacción y resistencia al fuego

De acuerdo con IMO A.799 (19), Firebatts 130 es un producto no combustible.

La temperatura de fusión de la lana de roca es mayor de 1000°.

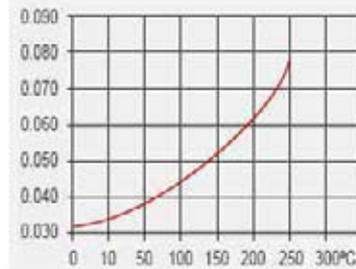
Absorción de humedad

La lana de roca volcánica Rockwool solamente absorbe una pequeña cantidad del agua presente en el aire.

Por ejemplo, en un ambiente con una humedad relativa del 90% la cantidad de agua higroscópica contenida en la lana de roca Rockwool sólo corresponde aproximadamente al 0,02% del total de su volumen, cantidad despreciable.



Conductividad térmica



$$\lambda (10^{\circ} \text{C}) = 0.035 \text{ W/(m.K.)}$$

Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los paneles que se distribuyen son:

Producto	Largo mm	Ancho mm	Espesor mm
Firebatts 130	1000	600	30 - 100

Firebatts 130 también se puede suministrar revestido con una lámina de aluminio.

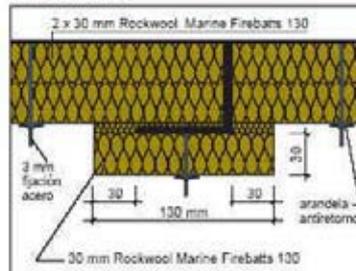
Aprobaciones

Rockwool marine Firebatts 130 ha sido aprobado como material no combustible, de acuerdo con la resolución de IMO, e igualmente reconocido por la gran mayoría de países y empresas.

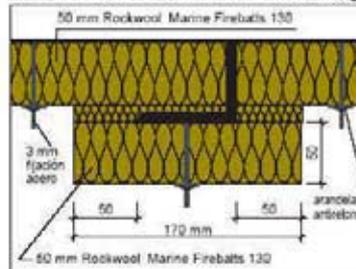
Instalación

De acuerdo con la IMO A.754(18), la instalación de los paneles Rockwool marine Firebatts se efectúa:

A-60 Bulkhead

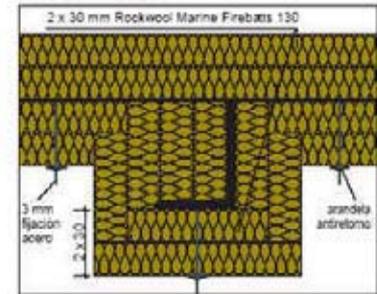


A-60 Bulkhead - Aislamiento contra el fuego

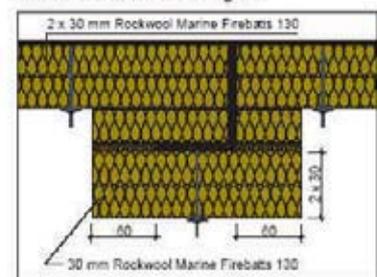


Marina

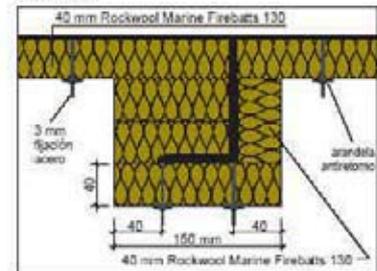
A-60 Alu Bulkhead



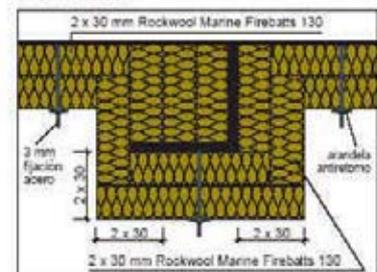
A-60 Alu Bulkhead restringido



A-60 Deck



A-60 Alu Deck



ROCKWOOL®
LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ROCKWOOL PENINSULAR, S.A.
ADMINISTRACIÓN Y SERVICIO A CLIENTES
Bruc 50, 3ª 3ª - 08010 BARCELONA
Tel. 93 318 90 28 - Fax 93 317 89 66
www.rockwool.es

Anexo 2. Lana de roca Volcánica tipo Marine Batts 32-45

MARINE BATTS 32-45

Descripción del producto

Rockwool Marine Batts 32-45 son dos tipos de paneles semirígidos, resistentes y aislantes de lana de roca volcánica Rockwool levemente impregnada de resina fenólica.

Aplicación

Los paneles marine Batts 32-45 se utilizan para aislar y dar confort a los barcos, pues son productos semirígidos, dimensionalmente estables y proporcionan un efectivo aislamiento térmico, acústico y de protección contra el fuego.

Rockwool marine Batts 45 puede ser aprobado, también, como:

- A-30 en cubiertas
- A-30 o A-15 en mamparos

Ventajas del producto

- Producto no combustible (IMO A.799(19)).
- Producto hidrófugo.

Densidad nominal

Marine Batts 32 tiene una densidad aproximada de 32 Kg/m³.

Marine Batts 45 tiene una densidad aproximada de 45 Kg/m³.

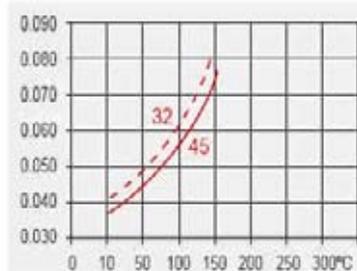
Temperaturas máximas

La temperatura máxima admitida por ambos paneles es de 250° (482°F).

Resistencia al fuego

De acuerdo con IMO A.799 (19), marine Batts 32 y 45 son productos no combustibles. La temperatura de fusión de la lana de roca es mayor de 1000°.

Conductividad térmica



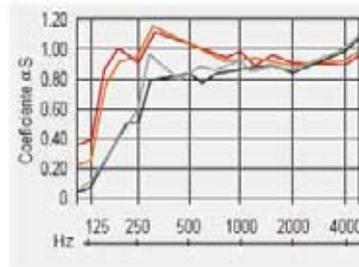
Marine Batts 32 $\lambda = 0.035$ W/mK

Marine Batts 45 $\lambda = 0.034$ W/mK



Absorción acústica

La estructura de la lana de roca volcánica Rockwool asegura una buena absorción acústica.



- 50 mm Marine Batts 32 sobre base firme
- 50 mm Marine Batts 45 sobre base firme
- 100 mm Marine Batts 45 sobre base firme
- 100 mm Marine Batts 32 sobre base firme

Aislamiento acústico

A menudo es necesario dotar a los cerramientos de un alto nivel de aislamiento acústico. La lana de roca ROCKWOOL gracias a su disposición multidireccional aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico.

Consulte manual de aislamiento.

Características químicas

La lana de roca Rockwool es químicamente inerte y no puede causar y favorecer la aparición de una corrosión de materiales. Es indeformable con el paso de los años. No favorece el desarrollo bacteriano.

Absorción de humedad

La lana de roca volcánica Rockwool solamente absorbe una pequeña cantidad del agua presente en el aire.

Por ejemplo, en un ambiente con una humedad relativa del 90% la cantidad de agua higroscópica contenida en la lana de roca Rockwool solo corresponde aproximadamente al 0,004% del total de su volumen, cantidad despreciable.

Marina

Dimensiones

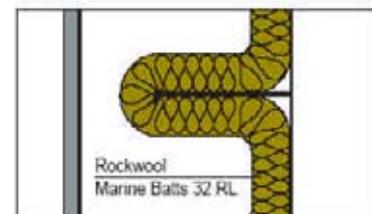
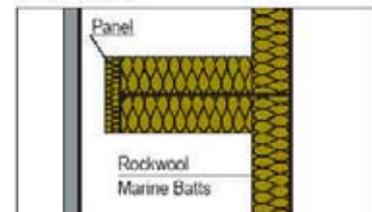
Producto	Largo mm	Ancho mm	Espesor mm
Marine Batts 32	1000	600	25 - 100
Marine Batts 45	1000	600	25 - 100

Los paneles también se pueden suministrar, bajo pedido, revestidos con una lámina de aluminio, y en diferentes medidas a las anteriormente definidas.

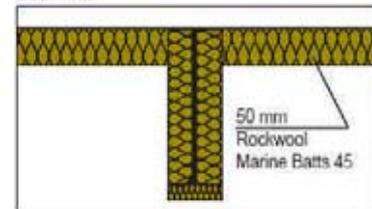
Aprobaciones

Rockwool marine Batts 32-45 han sido aprobados como materiales no combustibles para el aislamiento y confort, por la gran mayoría de países y empresas.

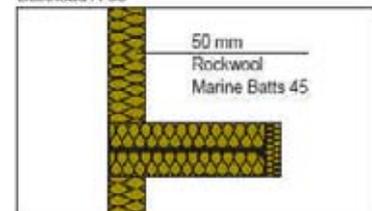
Instalaciones



Deck A-30



Bulkhead A-30



ROCKWOOL
LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ROCKWOOL PENINSULAR, S.A.
ADMINISTRACIÓN Y SERVICIO A CLIENTES

Bruc 50, 3º 3ª - 08010 BARCELONA
Tel. 93 318 90 28 - Fax 93 317 89 66
www.rockwool.es

Anexo 3. Lana de roca volcánica tipo Marine Wired Mat 105

Rockwool Marine Wired Mat 105

Product description

Rockwool Marine Wired Mat 105 is made of stone wool. One side is faced with 1" galvanized wire netting. The wire netting is stitched on with galvanized wire. The product can be supplied with reinforced alu foil or glass fabric.



Application

Marine Wired Mat 105 is used for insulation of technical installations, particularly pipes with a temperature exceeding 250°C.

The product can be used as fire insulation in approved A constructions.

Marine Wired Mat 105 can be used for insulating of pipe penetrations in connection with A constructions.

Technical properties

Parameter	Value	Standard
Thermal conductivity	$\lambda_{25} = 0,037$ W/mK $\lambda_{100} = 0,046$ W/mK $\lambda_{200} = 0,067$ W/mK	EN ISO 8497
Nominal density	105 kg/m ³	-
Compressive strength	-	EN 826
Fire classification	Non-combustible Approved for A constructions	IMO A.799(19) IMO A.754(18)
Dimensional stability	-	EN 1604
Water absorption (short term)	<1 kg/m ²	EN 1609
Max. service temp.	Wool: 750°C Facing: 80°C	-
Sound absorption directly mounted	$\alpha_w = 0,9$ Thickness: 50 mm	ISO 354 (approximated) Evaluated after ISO 11 854
Facings (on request)	Reinforced alu foil White glass fabric 435 g/m ² (GW 400) Black glass fabric 210 g/m ² (GB 300)	IMO A.653(16) (low flame - spread)
Dimensions	Marine Wired Mat 105: L: 4-7000 mm - W: 1000 mm - T: 30, 50 mm Marine Wired Mat 105 w. reinf. alu: L: 7000 mm - W: 1000 mm - T: 30 mm Marine Wired Mat 105 GW 400: L: 5000 mm - W: 900 mm - T: 30 mm Marine Wired Mat 105 GB 200: L: 5000 mm - W: 900 mm - T: 30 mm	

ROCKWOOL®
FIRE SAFE INSULATION
MARINE & OFFSHORE

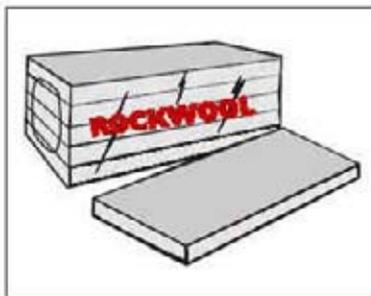
Rockwool B.V.

Rockwool Marine & Offshore



ANEXO 4. Lana de roca Volcánica tipo Panel

PANEL 759



Descripción del producto

Panel rígido de lana de roca volcánica, levemente impregnada con resina (existe la posibilidad de suministrar estos productos con revestimiento de velo mineral o de aluminio, bajo demanda).

Aplicaciones

Aislamiento contra el fuego en buques mercantes y de pasaje, protección de mamparos y cubiertas. Aislamiento de confort térmico y acústico.

Ventajas

- Excelentes prestaciones de aislamiento térmico, acústico y prevención contra el fuego.
- Reacción al fuego, M0 - No combustible -
- Resistencia a altas temperaturas.
- No hidrófilo.
- Facilidad de montaje.
- Químicamente inerte.
- Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.

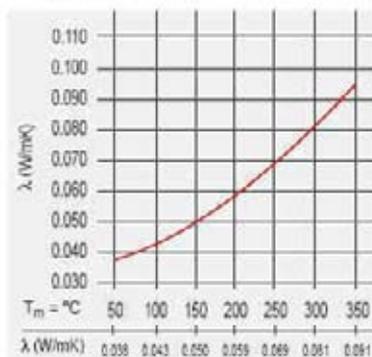
Características técnicas

Densidad

100 Kg/m³, paneles rígidos.

Conductividad térmica

Ensayo realizado según Norma DIN 52612



Temperatura de trabajo

660 °C en régimen continuo Norma AGI-Q 132 y 750 °C en punta Norma ASTM-C411.

Calor específico

0.84 kJ/kg K a 20 °C.

Comportamiento al agua

Absorción de vapor de agua según ASTM C 1104 / C 1104 M₁ es de ± 0,02% de su volumen. Los paneles son repelentes al agua, no higroscópicos ni capilares, de acuerdo con BS-2972.

Resistencia al paso del vapor de agua

La resistencia al paso del vapor de agua es infimo, similar al del aire $\mu \pm 1.3$.

Reacción al fuego

Panel clasificado como no combustible. IMO A-799 (19).

Resistencia al fuego

La aplicación de paneles 759 permite aislar frente al fuego con soluciones:

DECK - A-60 y A-30.

BULKHEAD A-60 y A-30.

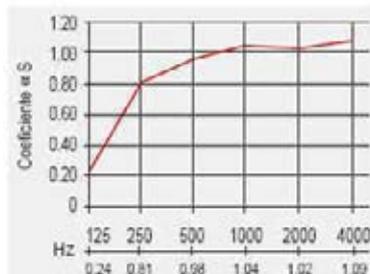
De acuerdo con IMO A 754 (18)

Aislamiento acústico

A menudo es necesario dotar de un aislamiento acústico los equipos industriales. La utilización del panel 759, favorece la reducción del ruido.

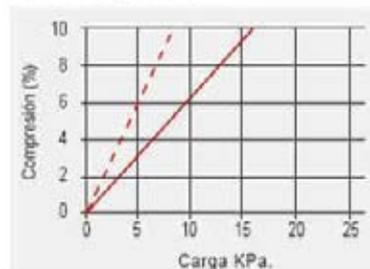
Coefficiente de absorción acústica

Ensayo según Norma ISO R 354; con productos de 50 mm de espesor colocados directamente sobre el soporte.



Resistencia a la compresión

Calculado según DIN-52272



Compresión	5%	10%
Carga en kPa	8.0	16.0

Marina

Dimensiones

Largo: 1000 mm	Ancho: 600 mm					
Espesor en mm	30	40	50	60	80	100

Instalación

Diferentes posibilidades en función de las características de los equipos a aislar y de sus revestimientos:

- Fijados mecánicamente mediante pins soldados, provistos de arandela antretorno.
- Colocados entre anillos separadores o perfiles.
- Los productos deben instalarse siempre secos.

Manipulación

Los paneles 759 son fáciles de cortar con un cuchillo o un cutter.

Mantenimiento

Los paneles 759 no precisan ningún tipo de mantenimiento.

Embalaje

Los paneles son suministrados en paquetes embalados con película plástica retráctil y paletizados. Deben almacenarse sin contacto con el suelo y a cubierto.

Generalidades

Los valores reseñados en la presente ficha técnica son valores medios obtenidos en ensayos. Rockwool se reserva el derecho en todo momento y sin previo aviso a modificar las especificaciones de sus productos.

Aprobaciones

El panel 759 se fabrica de acuerdo con lo indicado en Directiva Europea 96/98 CE, relativa a equipamientos marinos, verificado y controlado por BUREAU VERITAS.



ROCKWOOL®
LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

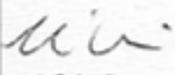
ROCKWOOL PENINSULAR, S.A.

ADMINISTRACIÓN Y SERVICIO A CLIENTES

Bruc 50, 3º 3ª - 08010 BARCELONA

Tel 93 318 90 28 - Fax 93 317 89 66

Anexo 5. Certificado de calidad de Germanischer Lloyd

<i>Approval Certificate</i>		 Germanischer Lloyd
This is to certify, that the product identified below has been tested in accordance with the relevant procedures as contained in the Fire Test Procedure Code (IMO-Res. MSC.61(67)) and was found in compliance with the applicable performance criteria contained in the specified standard.		
Certificate No.	40 533 - 01 HH	
Company	ROCKWOOL A/S DK-2640 Hedehusene	
Product Description	A-60 bulkhead (65 +30)	
Product Type	Class A-60 bulkhead	
Approval Standard	-IMO Res. A.754(18), -IMO Res. MSC.61(67), Annex 1, Part 3	
Documents	Test report no.: PG10842 of 15.06.2001 issued by Danish Institute of Fire and Security Technology, Denmark	
Application	The above product may be applied on ships classed with Germanischer Lloyd and on ships for which the Society is responsible for the issue of the relevant certificate required by the "International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974" including amendments as authorized by contracting governments.	
Remarks	None	
Valid until	2006-07-01	
The company must inform Germanischer Lloyd of any modification or changes to approved product in order to obtain a valid certificate.		
Page	1 of 2	
Hamburg, 2001-07-10		
Germanischer Lloyd		
		
J. Schreiter	T. Fjrhk	
<small>The latest edition of the General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd is applicable. General law applies.</small>		



Germanischer Lloyd

Approval Certificate

principle components:

4.5 mm steel bulkhead suitable stiffened,
 a) insulated on stiffened side with
 -65 mm Marine Firebatts 130 on plate and
 -30 mm Marine Wired Mat 105 on stiffeners;
 as tested according to drawings KMP dated 2001.05.17 and KMP dated 2001.05.16 (alternative installation-bulb profil);
 b) alternatively: insulated on plane side with 65 mm Marine Firebatts 130.

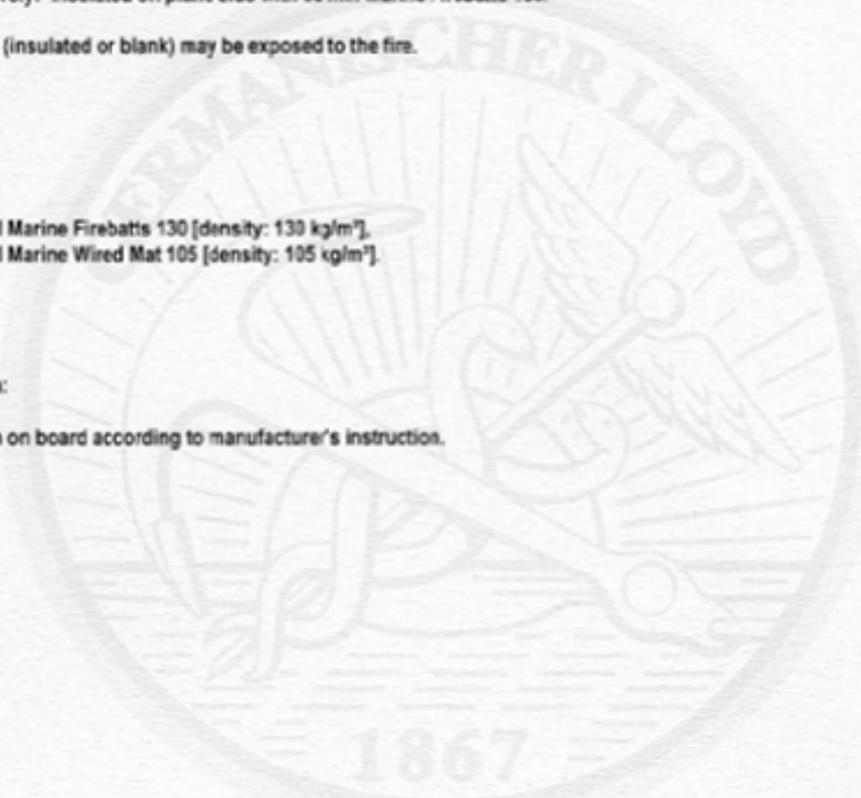
Both sides (insulated or blank) may be exposed to the fire.

insulation:

- Rockwool Marine Firebatts 130 [density: 130 kg/m³],
- Rockwool Marine Wired Mat 105 [density: 105 kg/m³].

installation:

Installation on board according to manufacturer's instruction.



Certificate No. **40 533 - 01 HH**

Page 2 of 2

Hamburg, 2001-07-10

The latest edition of the General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd is applicable.
 German law applies.

Nota: Certificado de calidad de Germanischer Lloyd para lana de roca volcánica marca Rockwool tipo MARINE FIREBATTS 130 y para MARINE WIRED MAT 105.

Anexo 6. Certificado de calidad para mamparos de Bureau Veritas

MARINE DIVISION 17 Bis Place des Reflets - La Défense 2 92400 Courbevoie - France Tel. 33 1 42 91 53 48 Fax 33 1 42 91 79 94		Certificate N°: 12319/A0 BV The attached Schedule forms part of the certificate File Number : ACT 1000/255/015 Product Code : 50000
		

CERTIFICATE OF TYPE APPROVAL

This is to certify that the product identified below was found to be in compliance with the relevant hereunder stated Regulations & standards

A60 CLASS BULKHEADS

A-60 class bulkheads - insulated with 65 mm Rockwool Marine Firebatts 130 and 30 mm Rockwool Marine Mat 105 at stiffeners

MANUFACTURED BY:

ROCKWOOL DENMARK A/S
 Hedeboerne DENMARK

SPECIFIED REGULATIONS & STANDARDS :

SOLAS 74 Convention, as amended, Regulations II-2/3.3.5, II-2/3.4.4 and X/3 - IMO Resolution MSC.61(67) Annex 1 Part 3 and Annex 2 - IMO Resolution A.754(18) - IMO Resolution MSC.45(83) - IMO Resolution MSC.97(73) Chapter 7.

The Approval is valid until : 28/08/2007

BUREAU VERITAS FREDERICTA

At Paris la Défense, on : 28/08/2002



J. Benoit
J. BENOIT
 For the Secretary

The Certificate remains valid and the use of the equipment, when installed or modified, provided the conditions in the attached schedule are complied with and the equipment remains satisfactory into service.
 The Certificate is not valid for equipment, the design or manufacture of which has been varied or modified from its original state.
 The Certificate is not valid without the stamp of the ship's master or the ship's commander by BUREAU VERITAS Inspection Corps.
 The manufacturer should notify BUREAU VERITAS of any modification or change to its equipment in order to obtain a valid Certificate.
 The latest published Regulations or Standards referred to, above, and the Marine Division General Conditions are applicable.

Nota: Certificado de calidad aislante en mamparos de Bureau Veritas para lana de roca volcánica marca Rockwool tipo MARINE FIREBATTS 130 y para MARINE WIRED MAT 105.

Anexo 7. Certificado de calidad para cubiertas de Bureau Veritas

<p>MARINE DIVISION 17 Rue Pasteur des Postes - La Courneuve 93400 Courneuve - France Tel: 33 1 42 91 53 48 Fax: 33 1 42 91 28 94</p>		<p>Certificate N°: 12318/A0 BV <small>The marked Schedule forms part of this certificate</small></p> <p>File Number : A01180P133413 Product Code : 30800</p>
		

CERTIFICATE OF TYPE APPROVAL

This is to certify that the product identified below was found to be in compliance with the relevant harmonized stated Regulations & standards

A60 CLASS DECKS

A-60 class deck - insulated with 45 mm Rockwool Marine Firebatts 130 and 30 mm Rockwool Marine M1 105 at stiffeners

MANUFACTURED BY:

ROCKWOOL DENMARK A/S
 Hedehusene - DENMARK

SPECIFIED REGULATIONS & STANDARDS :

IMO/MSC 78 Convention, as amended, Regulations II-2/3.3.5, II-2/3.4.4 and N/3 - IMO Resolution MSC.01(07) Annex 1 Part 3 and Annex 2 - IMO Resolution A.754(18) - IMO Resolution MSC.45(63) - IMO Resolution MSC.97(73) Chapter 7.

The Approval is valid until : 28/08/2007

BUREAU VERITAS FREDERICIA

At Paris la Défense, on : 28/08/2002





J. BENOIT
 For the Secretary

This Certificate remains valid until the date stated for termination unless cancelled or amended provided the conditions in the marked schedule are complied with and the equipment remains satisfactory in-service.

This Certificate is not valid for equipment, the design or manufacture of which has been verified or certified from the specimen used.

This Certificate is not valid outside the scope of the stated Regulations or BUREAU VERITAS Approval/Grant.

The manufacturer should notify BUREAU VERITAS of any modification or changes to the application in order to obtain a valid Certificate.

The latest published Regulations or Standards referred to, above, and the Marine Division General Conditions are applicable.

Nota: Certificado de calidad aislante en cubiertas de Bureau Veritas para lana de roca volcánica marca Rockwool tipo MARINE FIREBATTS 130 y para MARINE WIRED MAT 105.

Anexo 8. Panel NORAC para acomodaciones

WALLS

4

WALLS

DOORS

CEILING

FLOORS

WET UNITS

WINDOWS

INDEX

PRINT

PRINT PAGE



EXIT



Connecting details

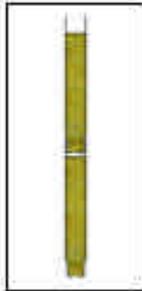
K-600

K-600 is designed with integrated joint profiles for rapid installation, leaving a flush surface with single seam joints. Available in standard or modular system.

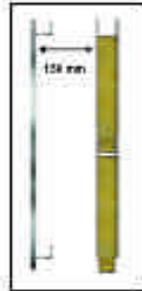
K-600/50 mm is also available in aluminium construction in B-15 with considerable weight savings.

WEIGHT:

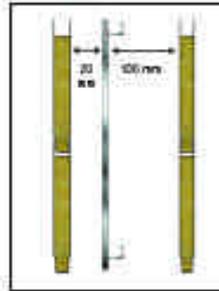
All weights are based on system weight, including all profiles.



K-600/25mm B-15
K-600/50mm B-15
A-600/50mm B-15
A-585/25mm B-15



K-600/50mm A-60



K-600/25mm A-60

DESCRIPTION	K-600/50	A-60	K-600/25	A-600/50 *	A-585/25 **
Fire Class	B-15	A-60	B-15	B-15	B-15
Standard width	600 mm	600 mm	600 mm	600 mm	585 mm
Module length	up to 3000 mm	up to 2500 mm			
Module width	100-800 mm	100-800 mm	100-800 mm	100-800 mm	100-500 mm
Thickness	50 mm	50 mm	25 mm	50 mm	25 mm
Weight	19.2 kg/m ²	19.2 kg/m ²	13.8 kg/m ²	12.3 kg/m ²	12.7 kg/m ²
Sound reduction	$R_w=32$ dB	$R_w=32$ dB	$R_w=27$ dB	$R_w=27$ dB	-
Thermal insulation	$U=0.64$ W/m ² K	$U=0.64$ W/m ² K	$U=1.13$ W/m ² K	$U=1.13$ W/m ² K	$U=1.13$ W/m ² K
Application	Partition	Lining	Partition and Lining	Partition and Lining	Lining

* Alu/Alu ** Alu/Steel



Anexo 9. Regla 3 Capítulo II-2 Parte A SOLAS

Reglas 2, 3

Regla 2

Principios fundamentales

- 1 El objeto del presente capítulo es exigir la mayor eficacia posible en la prevención, la detección y la extinción de incendios en los buques.
- 2 Los principios fundamentales dados a continuación informan las reglas del capítulo y van incorporados a ellas como procede en cada caso, teniendo en cuenta el tipo de buque y la magnitud del riesgo de incendio;
 - .1 división del buque en zonas verticales principales mediante mamparos límite que ofrezcan una resistencia estructural y térmica;
 - .2 separación entre los alojamientos y el resto del buque mediante mamparos límite que ofrezcan una resistencia estructural y térmica;
 - .3 uso restringido de materiales combustibles;
 - .4 detección de cualquier incendio en la zona en que se origine;
 - .5 contención y extinción de cualquier incendio en el espacio en que se origine;
 - .6 protección de los medios de evacuación y los de acceso a posiciones para combatir el incendio;
 - .7 pronta disponibilidad de los dispositivos extintores;
 - .8 reducción al mínimo del riesgo de inflamación de los gases emanados de la carga.

Regla 3

Definiciones

Salvo disposición expresa en otro sentido, a los efectos del presente capítulo regirán las siguientes definiciones:

- 1 *Material incombustible**: el que no arde ni desprende vapores inflamables en cantidad suficiente para experimentar la ignición cuando se le calienta a 750°C aproximadamente, característica ésta que será demostrada de modo satisfactorio para la Administración por un

procedimiento de prueba reconocido*. Cualquier otro material será considerado material combustible.

2 *Ensayo estándar de exposición al fuego*: aquél en que unas muestras de los mamparos o cubiertas objeto del ensayo se someten en un horno de pruebas a temperaturas que corresponden aproximadamente a las de la curva estándar tiempo-temperatura. La muestra tendrá una superficie expuesta de no menos de 4,65 m² y una altura (longitud, si se trata de una cubierta) de 2,44 m, y guardará el mayor parecido posible con la construcción prevista, conteniendo, cuando resulte apropiado, una unión por lo menos. La curva estándar de tiempo-temperatura viene definida por una curva continua que pasa por los siguientes puntos indicadores de temperatura, establecidos por encima de la temperatura del horno:

al finalizar los 5 primeros min	556°C
al finalizar los 10 primeros min	659°C
al finalizar los 15 primeros min	718°C
al finalizar los 30 primeros min	821°C
al finalizar los 60 primeros min	925°C

3 *Divisiones de clase "A"*: las formadas por mamparos y cubiertas que reúnan las condiciones siguientes:

- .1 ser de acero o de otro material equivalente;
- .2 estar convenientemente reforzadas;
- .3 estar construidas de manera que impidan el paso del humo y de las llamas hasta el final del ensayo estándar de exposición al fuego de una hora de duración;
- .4 estar aisladas con materiales incombustibles aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación:

clase "A-60"	60 min
clase "A-30"	30 min
clase "A-15"	15 min
clase "A-0"	0 min

* Véase la Recomendación sobre un método de prueba para certificar la incombustibilidad de los materiales de construcción naval, recomendación perfeccionada y aprobada por la Organización mediante la resolución A.472(XII).

Regla 3

- 5 la Administración podrá exigir que se realice una prueba con un mamparo o una cubierta prototipos para asegurarse de que éstos satisfacen las prescripciones mencionadas en cuanto a integridad y elevación de temperatura*.
- 4 Divisiones de clase "B": las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos y forros interiores que reúnan las condiciones siguientes:
- .1 estar construidas de manera que impida el paso de llamas hasta el final de la primera media hora de ensayo estándar de exposición al fuego;
 - .2 tener un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación:

clase "B-15"	15 min
clase "B-0"	0 min
 - .3 ser de materiales incombustibles aprobados, además de que todos los materiales que se empleen en la construcción y el montaje de las divisiones de clase "B" habrán de ser incombustibles; no obstante, podrá autorizarse el empleo de chapas combustibles a condición de que satisfagan otras prescripciones del presente capítulo;
 - .4 la Administración podrá exigir que se realice una prueba con una división prototipo para asegurarse de que ésta satisface las prescripciones mencionadas en cuanto a integridad y elevación de temperatura*.
- 5 Divisiones de clase "C": las construidas con materiales incombustibles aprobados. No es necesario que se ajusten a las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni a las limitaciones relativas a la elevación de temperatura. Está autorizado el empleo de chapas combustibles a condición de que éstas satisfagan otras prescripciones del presente capítulo.
- 6 Cielos rasos o revestimientos continuos de clase "B": los cielos rasos o revestimientos de clase "B" que terminan únicamente en una división de clase "A" o "B".

* Véase la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clase "A", "B" y "F", aprobada por la Organización mediante la resolución A.517(13).

- 7 *De acero o de otro material equivalente*: cuando aparezca esta expresión, por *material equivalente* se entenderá cualquier material incombustible que, por sí o debido al aislamiento de que vaya provisto, posea propiedades estructurales y de integridad equivalentes a las del acero al terminar la exposición al fuego durante el ensayo estándar (v. gr., una aleación de aluminio aislada en forma adecuada).
- 8 *Débil propagación de la llama*: expresión que, utilizada en relación con una superficie, significa que ésta impedirá en medida suficiente que las llamas se propaguen, característica que habrá que establecer de modo satisfactorio para la Administración por un procedimiento de prueba reconocido.
- 9 *Zonas verticales principales*: aquellas en que quedan subdivididos el casco, las superestructuras y las casetas mediante divisiones de clase "A" y cuya longitud media no excede en general, en ninguna cubierta, de 40 m.
- 10 *Espacios de alojamiento o alojamientos*: espacios públicos, pasillos, aseos, camarotes, oficinas, enfermerías, cines, salas de juegos y pasatiempos, barberías, oficios no equipados para cocinar y otros espacios semejantes.
- 11 *Espacios públicos*: partes del espacio general de alojamiento utilizadas como vestíbulos, comedores, salones y recintos semejantes de carácter permanente.
- 12 *Espacios de servicio*: cocinas, oficios equipados para cocinar, armarios, carterías y cámaras de valores, pañoles, talleres que no formen parte de los espacios de máquinas, y otros espacios semejantes, así como los troncos que conducen a todos ellos.
- 13 *Espacios de carga*: todos los utilizados para mercancías (incluidos los tanques de carga de hidrocarburos), así como sus troncos de acceso.
- 14 *Espacios de carga rodada*: espacios normalmente no compartimentados de ninguna manera y que se extienden a lo largo de una parte considerable de la eslora del buque o de toda la eslora, en los cuales se puede efectuar normalmente la carga y la descarga, en sentido horizontal, de mercancías (envasadas o a granel, transportadas en o sobre vagones de ferrocarril o de carretera, vehículos (incluidos vehículos tanque carretera o de ferrocarril), remolques, contenedores, paletas, tanques desmontables, unidades de estiba semejantes u otros receptáculos).
- 15 *Espacios de carga rodada abiertos*: espacios de carga rodada abiertos por ambos extremos o por uno de ellos y provistos a lo largo de toda su eslora de ventilación natural suficiente y eficaz, conseguida mediante aberturas permanentes practicadas en las planchas del costado o en el techo, de un modo que la Administración considere satisfactorio.

Regla 3

- 16 *Espacios de carga rodada cerrados*: espacios de carga rodada que no son espacios de carga rodada abiertos ni cubierta de intemperie.
- 17 *Cubierta de intemperie*: la cubierta totalmente expuesta a la intemperie por arriba y por dos costados cuando menos.
- 18 *Espacios de categoría especial*: espacios cerrados situados encima o debajo de la cubierta de cierre y destinados al transporte de vehículos motorizados que lleven en su depósito combustible para su propia propulsión, en los que dichos vehículos pueden entrar y de los cuales pueden salir, conducidos, y a los que tienen acceso los pasajeros.
- 19 *Espacios de categoría A para máquinas* todos los espacios y los troncos de acceso a todos esos espacios que contienen:
- .1 motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal; o
 - .2 motores de combustión interna utilizados para fines distintos de la propulsión principal, si esos motores tienen una potencia conjunta no inferior a 375 kW; o bien
 - .3 cualquier caldera o instalación de combustible líquido.
- 20 *Espacios de máquinas*: todos los espacios de categoría A para máquinas y todos los que contienen la maquinaria propulsora, calderas, instalaciones de combustible líquido, máquinas de vapor y de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización, ventilación y climatización, y espacios semejantes, así como los troncos de acceso a todos ellos.
- 21 *Instalación de combustible líquido*: equipo que sirve para preparar el combustible que alimenta las calderas o los calentadores de combustible para motores de combustión interna; la expresión comprende cualesquiera bombas de combustible y filtros y calentadores de combustible que funcionen a una presión manométrica superior a $0,18\text{N/mm}^2$.
- 22 *Puestos de control*: espacios en que se hallan los aparatos de radiocomunicaciones o los principales aparatos de navegación o el equipo electrogenerador de emergencia, o en los que está centralizado el equipo detector y extintor de incendios.
- 23 *Locales que contienen mobiliario y enseres cuyo riesgo de incendio es reducido*: son a los efectos de la regla 26, los que contienen mobiliario y enseres cuyo riesgo de incendio es reducido (ya se trate de camarotes, espacios públicos, oficinas u otras clases de alojamiento) y en los que:
- .1 todos los muebles con cajones y estantes, tales como escritorios, armarios, tocadores, burós o aparadores, están totalmente contruidos con materiales incombustibles aprobados,

- aunque se puede emplear chapilla combustible que no exceda de 2 mm de espesor para revestir sus superficies utilizables;
- .2 todos los muebles no fijos, como sillas, divanes o mesas, están contruidos con armazón de materiales incombustibles;
 - .3 todos los tapizados, cortinas y demás materias textiles colgados tienen, en medida que la Administración halle satisfactoria, unas propiedades de resistencia a la propagación de la llama no inferiores a las de la lana de 0,8 Kg/m² de masa*;
 - .4 todos los revestimientos de piso tienen, en medida que la Administración halle satisfactoria, unas propiedades de resistencia a la propagación de la llama no inferiores a las de un material de lana similar empleado para este mismo fin;
 - .5 todas las superficies expuestas de los mamparos, revestimientos y techos tienen características de débil propagación de la llama; y
 - .6 todos los muebles tapizados tienen, en medida que la Administración halle satisfactoria, propiedades de resistencia a la ignición y a la propagación de la llama**.
- 24 *Cubierta de cierre*: la cubierta más elevada hasta la cual llegan los mamparos estancos transversales.
- 25 *Peso muerto*: diferencia, expresada en toneladas, entre el desplazamiento del buque en agua de un peso específico de 1,025, correspondiente a la flotación de francobordo asignado de verano, y el desplazamiento del buque en rosca.
- 26 *Desplazamiento en rosca*: valor expresado en toneladas, que representa el peso muerto de un buque sin carga, combustible, aceite lubricante, agua de lastre, agua dulce, agua de alimentación de calderas en los tanques ni provisiones de consumo, y sin pasajeros, tripulantes ni efectos de unos y otros.
- 27 *Buque de carga combinado*: buque tanque proyectado para transportar hidrocarburos o bien cargamentos sólidos a granel.

* Véase la Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de las materias textiles y las películas de revestimiento colocadas verticalmente, aprobada por la Organización mediante la resolución A.471(XII), y las enmiendas a esa Recomendación aprobadas mediante la resolución A.563(14).

** Véase la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para mobiliario tapizado, aprobada por la Organización mediante la resolución A.652(16).

Anexo 10. Regla 27 Capítulo II-2 Parte B SOLAS*Regla 27***Regla 27****Integridad al fuego de los mamparos y cubiertas en buques que no transporten más de 36 pasajeros**

(Lo dispuesto en los párrafos 2.2 5) y 2.2 9) de la presente regla es aplicable a los buques construidos el 1 de febrero de 1992 o posteriormente.)

1 Todos los mamparos y cubiertas, además de cumplir con las disposiciones específicas de integridad al fuego mencionadas en otros puntos de la presente parte, tendrán como integridad mínima al fuego la indicada en las tablas 27.1 y 27.2.

2 En la aplicación de las tablas se observarán las siguientes prescripciones:

- .1 Las tablas 27.1 y 27.2 se aplican respectivamente a los mamparos y cubiertas que separan espacios adyacentes.

Tabla 27.1 - Integridad al fuego de los mamparos que separan espacios adyacentes

Espacios	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Puestos de control (1)	A-0 ^f	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*	A-15
Pasillos (2)		C ^e	B-0 ^e	A-0 ^g B-0 ^c	B-0 ^e	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0 ^d	*	A-15
Alojamientos (3)			C ^e	A-0 ^g B-0	B-0 ^e	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0 ^d	*	A-30 A-0 ^d
Escaleras (4)				A-0 ^g B-0 ⁱ	A-0 ^g B-0 ^h	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0 ^d	* *	A-15
Espacios de servicio (riesgo limitado) (5)					C ^e	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Espacios de categoría A para máquinas (6)						*	A-0	A-0	A-60	*	A-60
Otros espacios de máquinas (7)							A-0 ^h	A-0	A-0	*	A-0
Espacios de carga (8)								*	A-0	*	A-0
Espacios de servicio (riesgo elevado) (9)									A-0 ^b	*	A-30
Cubiertas expuestas (10)											A-0
Espacios de categoría especial (11)											A-0

Véanse las notas a continuación de la tabla 27.2

Nota: Tabla para clasificar integridad al fuego de los mamparos que separan espacios adyacentes según categorización de espacios.

categoría, hace referencia a la columna o línea aplicables de las tablas.

(1) *Puestos de control*

Espacios en que están situados el equipo generador de energía y de alumbrado para casos de emergencia.

Caseta de gobierno y cuarto de derrota.

Tabla 27.2 - Integridad al fuego de las cubiertas que separan espacios adyacentes

Espacio inferior ↓	Espacio Superior →	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Puestos de control	(1)	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Pasillos	(2)	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Alojamientos	(3)	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30 A-0 ^d
Escaleras	(4)	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Espacios de servicio (riesgo limitado)	(5)	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Espacios de categoría A para máquinas	(6)	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60 ^f	A-30	A-60	*	A-60
Otros espacios de máquinas	(7)	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*	A-0
Espacios de carga	(8)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*	A-0
Espacios de servicio (riesgo elevado)	(9)	A-60	A-30 A-0 ^d	A-30 A-0 ^d	A-30 A-0 ^d	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Cubiertas expuestas	(10)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	A-0
Espacios de categoría especial	(11)	A-60	A-15	A-30 A-0 ^d	A-15	A-0	A-30	A-0	A-0	A-30	A-0	A-0

Notas: Aplicables a la tabla 27.1 y a la tabla 27.2, según corresponda.

* Para determinar el tipo aplicable en cada caso véanse las reglas 25 y 29.

^b Si se trata de espacios de la misma categoría numérica y con el índice ^b añadido, sólo se exigirá un mamparo o una cubierta del tipo indicado en las tablas cuando los espacios adyacentes estén destinados a fines distintos, caso posible, por ejemplo, con los de la categoría (9). No hará falta montar un mamparo entre cocinas colindantes; pero entre una cocina y un pañol de pinturas se necesitará un mamparo del tipo "A-0".

^c Los mamparos que separen entre sí la caseta de gobierno y el cuarto de derrota podrán ser del tipo "B-0".

^d Véanse los párrafos 2.3 y 2.4 de la presente regla.

^e Para la aplicación de la regla 24.1.2, cuando "B-0" y "C" aparecen en la tabla 27.1 se les atribuirá el valor "A-0".

^f No será necesario instalar aislamiento pirorresistente si a juicio de la Administración el riesgo de incendio del espacio de categoría (7) para máquinas es pequeño o nulo.

* Cuando en las tablas aparece un asterisco, ello significa que la división habrá de ser de acero o de otro material equivalente, pero no necesariamente de la clase "A". Para la aplicación de la regla 24.1.2, cuando en la tabla 27.2 aparece un asterisco, salvo en las categorías (8) y (10), se le atribuirá el valor "A-0".

Nota: Tabla para clasificar integridad al fuego de las cubiertas que separan espacios adyacentes según la categorización de espacios.

Regla 27

Espacios en que está situado el equipo radioeléctrico del buque.

Cámaras de equipo extintor de incendios, cámaras de control de ese equipo y puestos de equipo detector de incendios.

Cámara de mando de las máquinas propulsoras, si se halla situada fuera del espacio de éstas.

Espacios en que están los dispositivos centralizados de alarma contra incendios.

(2) *Pasillos*

Pasillos y vestíbulos para el servicio de pasajeros y tripulación

(3) *Alojamientos*

Espacios como los que se definen en la regla 3.10, excluidos los pasillos.

(4) *Escaleras*

Escaleras interiores, ascensores y escaleras mecánicas (no ubicados totalmente en el interior de los espacios de máquinas), y los troncos correspondientes.

A este respecto, una escalera que esté cerrada en un nivel se considerará parte del entrepuente del que no esté separada por una puerta contra incendios.

(5) *Espacios de servicio (riesgo limitado)*

Armarios y pañoles que no están previstos para el almacenamiento de líquidos inflamables y cuya superficie es inferior a 4 m², y cuartos de secado y lavanderías.

(6) *Espacios de categoría A para máquinas*

Espacios como los que se definen en la regla 3.19.

(7) *Otros espacios de máquinas*

Espacios como los que se definen en la regla 3.20, excluidos los espacios de categoría A para máquinas.

(8) *Espacios de carga*

Todos los espacios destinados a contener carga (incluidos los tanques para carga de hidrocarburos) y los troncos y las escotillas de acceso a los mismos, que no sean espacios de categoría especial.

(9) *Espacios de servicio (riesgo elevado)*

Cocinas, oficios equipados para cocinar, paños de pintura y de luces, armarios y paños cuya superficie es igual o superior a 4 m², espacios para el almacenamiento de líquidos inflamables, y talleres que no forman parte de los espacios de máquinas.

(10) *Cubiertas expuestas*

Espacios de cubierta expuesta y zonas protegidas del paseo de cubierta en que no haya riesgo de incendio. Espacios descubiertos (los que quedan fuera de las superestructuras y casetas).

(11) *Espacios de categoría especial*

Espacios como los que se definen en la regla 3.18.

- 3 Al determinar la norma de integridad al fuego aplicable a un mamparo límite situado entre dos espacios que queden dentro de una zona vertical principal u horizontal no protegida por un sistema automático de rociadores que cumpla con lo dispuesto en la regla 12, o entre zonas de esa índole si ninguna de ellas está protegida por tal sistema, se aplicará el mayor de los valores dados en las tablas.
- 4 Al determinar la norma de integridad al fuego aplicable a un mamparo límite situado entre dos espacios que queden dentro de una zona vertical principal u horizontal protegida por un sistema automático de rociadores que cumpla con lo dispuesto en la regla 12, o entre zonas de esa índole, si ambas están protegidas por tal sistema, se aplicará el menor de los dos valores dados en las tablas. Cuando en el interior de espacios de alojamiento y de servicio una zona protegida por un sistema de rociadores se encuentre con otra no protegida de ese modo, a la división que medie entre estas zonas se le aplicará el mayor de los dos valores dados en las tablas.

3 Cabe aceptar que los cielos rasos o los revestimientos, continuos y de clase "B", junto con los correspondientes cubiertas o mamparos, dan total o parcialmente el aislamiento y la integridad prescritos respecto de una división.

4 En los mamparos límite exteriores que de conformidad con la regla 23.1 hayan de ser de acero o de otro material equivalente se podrán practicar aberturas para acoplamiento de ventanas y portillos, a condición de que otros puntos de la presente parte no prescriban para ellos integridad de clase "A". Del mismo modo, en los mamparos de este tipo que no necesiten tener integridad de clase "A", las puertas podrán ser de materiales que la Administración juzgue adecuados.

PLANOS

INDICE

PLANO	PÁGINA
<i>1 Plano N° 1, hoja 1</i>	67
<i>2 Plano N° 1, hoja 2</i>	68
<i>3 Plano N° 1, hoja 3</i>	69
<i>4 Plano N° 1, hoja 4</i>	70
<i>5 Plano N° 1, hoja 5</i>	71
<i>6 Plano N° 2, hoja 1</i>	72
<i>7 Plano N° 2, hoja 2</i>	73
<i>8 Plano N° 2, hoja 3</i>	74
<i>9 Plano N° 2, hoja 4</i>	75
<i>10 Plano N° 2, hoja 5</i>	76
<i>11 Plano N° 3, hoja 1</i>	77
<i>12 Plano N° 3, hoja 2</i>	78
<i>13 Plano N° 3, hoja 3</i>	79
<i>14 Plano N° 3, hoja 4</i>	80
<i>15 Plano N° 3, hoja 5</i>	81

Planos en documento impreso. Biblioteca Miraflores, Universidad Austral de Chile.