

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departamento de Ciencia e Ingeniería Náutica

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS
HOMBRES DE MAR FRENTE A LOS
RIESGOS DERIVADOS DE LA
EXPOSICIÓN AL RUIDO**

Autor: Severino García Posada
Director: Ricard Mari Sagarra

1995

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr Ricard Marí Sagarra, su apoyo y consejo como Director de Tesis.

Igualmente, a mis amigos de la Universidad Politécnica de Cataluña y de la Universidad de Cantabria por la ayuda que me prestaron para elaborarla.

Barcelona, tres de mayo de 1995

ÍNDICES

LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

ÍNDICE

	Página
Lista de Figuras	VI
CAPÍTULO I	
Introducción	1
CAPÍTULO II	
2.1.- Ruido aéreo y estructural	16
2.2.- Niveles de los focos de ruido	18
2.3.- Niveles de ruido aéreo de las hélices	20
2.4.- Ruido de la maquinaria principal y auxiliar	25
2.4.1.- Ruido de los motores diesel	25
2.4.2.- Ruido de las turbinas de vapor	34
2.4.3.- Ruido de los quemadores	36
2.4.4.- Ruido de las turbinas de gas	38
2.4.5.- Ruido de los engranajes	45
2.4.6.- Ruido de los turbogeneradores de vapor auxiliares	47
2.4.7.- Ruido de las bombas	48
2.4.8.- Ruido de los compresores de aire	51
2.4.9.- Ruido de los compresores de refrigeración y aire acondicionado.	52
2.4.10.- Ruido de los motores y generadores eléctricos	54
2.4.11.- Ruido de los equipos de ventilación	56
2.4.12.- Ruido de las unidades de refrigeración y ventilación (fan-coil units)	59
2.4.13.- Ruido del flujo en equipos hvac	60

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

Página

2.5.- Niveles de los focos de ruido estructural	63
2.5.1.- Hélices	64
2.5.2.- Motores y grupos generadores diesel	66
2.5.3.- Turbinas de vapor	67
2.5.4.- Quemadores	68
2.5.5.- Turbinas de gas y generadores de turbinas de gas	68
2.5.6.- Engranajes reductores	70
2.5.7.- Turbogeneradores de vapor	71
2.5.8.- Bombas	71
2.5.9.- Compresores de aire	72
2.6.- Nivel previsible en algunos espacios significativos	73
2.6.1.- Sala de máquinas	73
2.6.2.- Espacio de acomodación anexo	79
2.7.- Conclusiones del capítulo	82

CAPÍTULO III

3.1.- Niveles de ruido medidos en buques mercantes	85
3.2.- Niveles recomendados	89
3.3.- Niveles experimentales de ruido en bulk-carriers	91
3.4.- Niveles experimentales de ruido en buques tanque	95
3.5.- Procedimientos teóricos y mixtos para estimar niveles de ruido en buques	102
3.6.- Niveles máximos tolerados en distintas normativas	112
3.6.1.- Normas americanas	112
3.6.2.- Normas IMO	117
3.6.3.- Normas básicas en la edificación	120
3.7.- Medidas correctoras del ruido a bordo	122
3.7.1.- Reducción del ruido en los focos	124

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

	Página
3.7.2.-Aislamiento acústico en los espacios receptores	126
3.7.3.-Control activo del ruido	137
3.8.- Conclusiones del capítulo	142
 CAPÍTULO IV	
4.1.- Efectos generales de la exposición al ruido	145
4.1.1.- Consideraciones generales	145
4.1.2.- Ruido y pérdidas de audición	147
4.1.3.- Hipoacusia producida por el ruido	153
4.1.4.- Desplazamiento temporal del umbral auditivo inducido por ruido	155
4.1.5.- Desplazamiento permanente del umbral auditivo	158
4.1.6.- Otros efectos fisiológicos	162
4.1.7.- Interferencia con la comunicación oral	166
4.1.8.- Interferencia con el sueño	170
4.1.9.- Efectos de los ultrasonidos	174
4.1.10.- Ruidos de impulso	175
4.2.- Criterios de prevención de pérdidas de audición por exposición al ruido a bordo	176
4.3.- Efectos para la tripulación de la exposición al ruido	178
4.4.- Conclusiones del capítulo	187
 CAPÍTULO V	
5.1.- Concepto de Accidente de Trabajo (A.T.) y Enfermedad Profesional (E.P.)	190
5.2.-Elementos característicos esenciales del concepto de A.T.	193
5.3.- Elementos característicos del concepto de E.P.	196
5.4.- La hipoacusia o sordera provocada por el ruido como E.P.	198

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

Página

5.5.- Reconocimientos médicos y puestos de trabajo con riesgo de contraer E.P.	
Las normas para el diagnóstico, reconocimiento y calificación de la sordera como enfermedad profesional	200
5.6.- Curación y secuelas permanentes no invalidantes	207
5.7.- Curación con lesiones constitutivas de I.P. en alguno de sus grados	208
5.7.1.-Incapacidad permanente parcial	210
5.7.2.-Incapacidad permanente total	211
5.7.3.-Incapacidad permanente absoluta	212
5.7.4.-Gran invalidez	212
5.8.- Hipoacusia y sordera en la jurisprudencia social	213
5.8.1.- Relación de las 177 sentencias estudiadas	213
5.8.2.- Casos en que se reconoce la hipoacusia únicamente como lesión permanente no invalidante	220
5.8.3.- Casos en que se reconoce la hipoacusia como invalidez permanente en grado parcial	221
5.8.4.- Casos en que se reconoce la hipoacusia como invalidez permanente total	222
5.8.5.- Casos en que se reconoce la hipoacusia como invalidez permanente absoluta	224
5.8.6.- Casos en que se reconoce la hipoacusia como gran invalidez	221
5.9.- Conclusiones del capítulo	227
 CAPÍTULO VI	
6.1.- Ruido y seguridad e higiene en el trabajo	232
6.2.- El ruido en la legislación laboral española	236
6.3.- El ruido en el derecho constitucional comunitario	239
6.4.- El bloque normativo de protección de los hombres de mar frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante los periodos de embarque	245
6.4.1.- Núcleo de agregación: "sujetos de la normativa"	247
6.4.2.-Núcleo de agregación: "el estándar de reducción del ruido al nivel mas bajo técnica y razonablemente posible"	262
6.4.3.-Núcleo de agregación: "el deber empresarial de evaluar el nivel de ruido laboral"	265
6.4.4.- Núcleo de agregación: "evaluación por los resultados de las medidas de ruido"	269

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

	Página
6.4.5.- Núcleo de agregación: "reducción del riesgo al nivel más bajo razonablemente posible"	281
6.4.6.- Núcleo de agregación: "protección personal frente al ruido"	283
6.4.7.- Núcleo de agregación: "registro y archivo de las evaluaciones de exposición al ruido, acceso a su contenido"	286
6.4.8.- Núcleo de agregación: "etiquetado del ruido de máquinas"	288
6.5.- Propuestas de modificación de la legislación vigente	291
 CONCLUSIONES	
Conclusiones	298
 BIBLIOGRAFÍA	
Bibliografía	302

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO II

2.1.- Propagación aérea y estructural del ruido	16
2.2.- Vías de propagación del ruido	17
2.3.- Espectro típico del ruido de la hélice de un mercante	21
2.4.- Espectro sonoro subacuático de un buque de guerra	22
2.5.- Espectro medido en el canal de Wageningen en un modelo de buque oceanográfico por Stuurman	24
2.6.- Espectros sonoros de motores diesel lentos, según Acton	28
2.6.Bis.- Espectros sonoros de motores Diesel medios, según Acton	29
2.7.- Variación de los niveles de ruido y vibración de un motor Diesel, según Chan	30
2.8.- Comparación de los espectros de ruido y vibración de un motor Diesel, según Chan	32
2.9.- Niveles espectrales de tercios de octava de una turbina de vapor, según Bannister	33
2.10.- Efecto de la riqueza de la mezcla fuel-aire en el nivel espectral del ruido emitido por un quemador	37
2.11.- Diferencia entre los niveles espectrales de ruido de un quemador según el tipo de combustible empleado	38
2.12.- Causas que generan ruido en las bombas	48
2.13.- Espectro típico de ruido de un compresor alternativo, según Tree	51
2.14.- Sala de Máquinas de un mercante típico, tomado como modelo para el cálculo del nivel de ruido	74

CAPÍTULO III

3.1.- Distribución de niveles de ruido en 1360 camarotes de 45 buques	86
3.2.- Distribución de niveles de ruido en 1360 camarotes de 45 buques	87
3.3.- Distribución aproximada de los niveles de ruido en un buque mercante	88
3.4.- Límites máximos fijados por el convenio de Oslo de los niveles de ruido a bordo	90

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

	Página
3.5.- Composición espectral media del ruido en bulk-carriers	92
3.6.- Espectro acústico y números de ruido en buques tanque	94
3.7 a y b.- Niveles de octavas de ruido y vibraciones en el camarote de marineros de un buque tanque de 200.000 TRB	95
3.8 a y b.- Niveles de ruido en la cantina de un buque tanque de 200.000 TRB	96
3.9 a y b.- Niveles de octavas de ruido y vibraciones en la cámara de oficiales de un buque tanque de 200.000 TRB	97
3.10 a y b.- Niveles de octavas de ruido y vibraciones en la cámara de oficiales de un buque tanque de 200.000 TRB	98
3.11 a y b.- Niveles de octavas del ruido y vibraciones en el puente de mando de un buque tanque de 200.000 TRB	99
3.12 a y b.- Niveles de octavas de ruido y vibraciones para la derrota de un buque tanque de 70.000 TRB	100
3.13.- Aislamiento teórico obtenido por la ley de la masa	128
3.14.- Frecuencia crítica para distintos materiales en función de la masa de la pared, los n ^{os} pequeños son el espesor en cm	130
3.15.- Sistema de acomodación flotante con techo soportado elásticamente	133
3.16.- Influencia del material del techo en la atenuación acústica en acom. flotantes	135
3.17.- Diagrama contenido en la patente de Paul Lueg, que muestra el fundamento de su sistema de control activo del ruido	137
3.18.- Aplicación del silenciador de Olson y May	139
3.19.- Control activo manual del ruido de un transformador, Conover, 1956	139
3.20.- Reducción del ruido que percibe un piloto de líneas aéreas con un casco antiruido de control activo, según Wheeler, 1987	140

CAPÍTULO IV

4.1.- Secuencia que sigue habitualmente la hipoacusia provocada por ruido.....	152
4.2.- Audiograma mostrando la progresión de la hipoacusia inducida por ruido, esta se inicia con A, un escotoma, y termina en D (grave pérdida de tonos altos)	154
4.3.- NITTS2 a 4 Khz, medido dos minutos después de la exposición a una banda de ruido de 1200 a 2400 Khz	155
4.4.- NITTS2 medido diez segundos después de la exposición a un tono puro de 2000 Hz	156
4.5.- Riesgo de pérdidas de audición para distintos años de exposición y distintos niveles de ruido cont. (Johansson)	157

**LA PROTECCIÓN JURÍDICA DE LOS HOMBRES DEL MAR FRENTE
A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO**

	Página
4.6.- Pérdida de la agudeza auditiva a los 4000 Hz en función de la exposición al ruido	161
4.7.- Vías sensoriales aferentes de la audición	163
4.8.- Patrón de terminación sináptica	163
4.9.- Posibilidad de comunicación oral en presencia de ruido en función de la separación emisor-receptor, según Miller	166
4.10.- Capacidad de comunicación entre dos personas en presencia de ruido de fondo continuo y de banda ancha, según Webster	168.
4.11.- Modificación del diagrama anterior (fig. 4.10) cuando la persona que habla se esfuerza en ser comprendida, según Webster	168.
4.12.- Capacidad de comprensión de la palabra en presencia de ruido de fondo intermitente, en función de la frecuencia de interrupción, según Miller et al	170
4.13.- Incidencia de la intensidad sonora en la interrupción del sueño	173
4.14.- Formas típicas de la onda de presión de un impulso	175
4.15.- Comparación de criterios de riesgo de pérdida de audición para ruido de impulsos	177
4.16.- Pérdida auditiva del personal de máquinas, por grupos de edad.....	180
4.17.- Pérdida auditiva del personal de máquinas, por grupos de antigüedad laboral	181
4.18.- Pérdida auditiva del resto de la tripulación por grupos de edad	181
4.19.- Pérdida auditiva del resto de la tripulación, por grupos de antigüedad laboral	182
4.20.- Comparación entre las pérdidas auditivas del personal de máquinas y los trabajadores industriales sometidos a ruidos estables de 95 dB(A)	184