

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**APROXIMACION AL METODO DE
EVALUACION DEL RIESGO DE
INCENDIO ESTRUCTURAL Y
GLOBAL DE LOS BUQUES**

Autor: Ricard Mari Sagarra

Director: José M^a Fornons

Barcelona, febrero 1991

T I T U L O

APROXIMACION AL METODO DE EVALUACION

DEL RIESGO DE INCENDIO ESTRUCTURAL Y

GLOBAL DE LOS BUQUES

BARCELONA, FEBRERO 1991

AGRADECIMIENTOS

Expresar públicamente mi gratitud a todas aquellas personas, que tanto desde el entorno familiar y de amistades como del profesional y académico, contribuyeron en tan larga travesía a llevar esta Tesis Doctoral a buen puerto.

En especial debo mencionar:

Al Dr. D. José María Fornons, porque desde un principio demostró plena confianza en el proyecto asumiendo la dirección de la tesis y por el constante asesoramiento realizado hasta su conclusión.

Al Dr. D. Antonio Vila, Decano de la Facultad de Náutica, por el apoyo permanente y las orientaciones que facilitaron las vías de colaboración con otros Departamentos de la U.P.C.

Al Dr. D. Alejandro Rodríguez por el norte que significó el seguimiento de las líneas maestras de su tesis doctoral y sus consejos en el proceder de la presente.

A los profesores Monique Becue y Ramon Nonell, ambos del Departamento de Estadística Operativa de la Facultad de Informática de Barcelona, por la excelente y profesional colaboración que me brindaron en el tratamiento de los datos estadísticos.

A los responsables de las empresas públicas y privadas, que en el ámbito profesional, facilitaron más allá de sus posibilidades, los conocimientos precisos para cubrir las necesidades de buena parte del trabajo.

A todos ellos, mis reconocimientos y respeto.

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS	i-xiv
P R E L I M I N A R E S	1
1 INTRODUCCION	2
1.1 Justificación profesional.	3
1.2 Justificación académica	6
2 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	7
PRIMERA PARTE	10
3 ANALISIS DEL PELIGRO DE INCENDIO	11
4 APLICACIONES SEGUN NORMATIVA VIGENTE	15
4.1 Otras normativas	19
4.2 Consideraciones resumen	21
5 CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DEL ESTADO DEL BUQUE PREVIO AL SINIESTRO	22
5.1 Lista de comprobación	24
6 INFLUENCIA DEL NUMERO DE TRIPULANTES	26
6.1 Legislación marítima sobre tripulaciones mínimas	28
6.2 Cuadro indicador de tripulaciones mínimas	29
6.2.1 Personal Titulado de Puente	30
6.2.2 Personal Titulado de Máquinas	30
6.2.3 Personal de servicios radioeléctricos y radiotelefónicos	31
6.2.4 Maestranza y Subalternos de Cubierta	32
6.2.5 Maestranza y Subalternos de Máquinas	32
6.2.6 Maestranza y Subalternos de Fonda	33

6.2.7	Casos especiales	33
6.3	Realidad de las tripulaciones actuales en buques nacionales	35
6.4	Exigencias de formación a tripulaciones mínimas	37
6.5	Normativa de formación especializada	39
6.6	Nivel formativo actual de las tripulaciones	41
6.7	Estado comparativo de las tripulaciones entre otros pabellones marítimos	45
6.8	Conclusiones	46
7	ESTADISTICA	48
7.1	Sociedades de Clasificación	49
7.2	Compañías Aseguradoras	51
7.3	Administración Marítima	53
7.4	Informe de siniestros	56
7.4.1	Informes procedentes de tres fuentes distintas	60
7.4.1.1	Casos de incendio obtenido del Lloyd's Register of Shipping	60
7.4.1.2	Casos de incendio obtenidos del Det Norske Veritas	61
7.4.1.3	Casos de incendio obtenidos del Germanischer Lloyd's	62
7.5	Consideraciones y análisis de las fuentes estadísticas	66
7.5.1	Procedencia y datos proporcionados por la Documentación disponible	66
7.6	Fuentes de apoyo estadísticas utilizadas indistintamente	66
7.6.1	Del Statistical Tables 1989 (LLOYD'S REGISTER) AL 010789	66
7.6.2	Del WORLD SHIPPING STATISTICS 1990 (FAIRPLAY)	67

7.6.3	Del WORLD SHIPPING DIRECTORY 1990-1991 (FAIRPLAY)	67
7.7	Datos procedentes del Det Norske Veritas Classification A/S	68
7.7.1	DATOS	68
7.7.1.1	Consideración de los totales	69
7.7.1.2	Por la gravedad	70
7.7.1.3	Por las causas	71
7.7.1.4	Por tipo de buques	72
7.7.1.5	Consideración horaria del suceso	73
7.7.1.6	Situación del buque	74
7.7.2	Información del LLOYD'S SHIPPING INFORMATION SERVICES (Período 1979-1983).	76
7.7.2.1	Datos de la flota mundial, período 1979-1983.	77
7.7.2.2	Localización de los daños.	79
7.7.2.3	Daños relacionados o producidos a causa del incendio.	81
7.7.2.4	Consideración de la casuística en relación al pabellón.	82
7.7.2.5	Por tipo de buques	83
7.7.2.5.1	Convencionales	84
7.7.2.5.2	Bulk Carriers	85
7.7.3	Información procedente del COAST GUARD NORTEAMERICANO	86
7.7.3.1	Causas de los incendios.	87
7.7.3.1.1	Causa factor humano	87
7.7.3.1.2	Causa debidas al entorno.	88
7.7.3.1.3	Causa del material	89
7.7.3.2	Hora del día del suceso.	90

7.7.4	Datos procedentes de las primas de seguro .	91
7.7.5	Información procedente del COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA	94
7.7.6	Información procedente de la DIRECCION GENERAL DE LA MARINA MERCANTE	96
7.7.7	Del listado adquirido al LLOYD'S (LLOYD'S INFORMATION SERVICES) período 1985-1989 . .	98
7.7.8	Criterios para la clasificación de los daños	101
7.7.9	Tratamiento de los datos	104
8	PROCEDIMIENTO DE ANALISIS CON EL PROGRAMA SPAD.N	106
8.1	Primer análisis	107
8.1.1	Análisis de correspondencia.	107
8.1.1.1	Análisis del eje 1 con el eje 2	109
8.1.1.2	Análisis del eje 2 con el eje 3	111
8.1.1.3	Análisis del eje 3 con el eje 4	113
8.1.2	Análisis de clasificación	115
8.2	Segundo análisis	118
8.2.1	Segundo análisis de clasificación	119
8.3	Resumen de las consideraciones	120
8.4	Procedimiento de análisis con el programa SPSS	121
SEGUNDA PARTE		124
9	ANALISIS COMPARADO DE LOS PARAMETROS HABITUALES EN LOS METODOS DE EVALUACION Y SU PREPARACION AL METODO PROPUESTO	125
9.1	Presentación de los métodos evaluativos de base	125
9.2	Procedimiento de análisis para los parámetros de este capítulo	127
9.3	Métodos utilizados	129

9.4	Tratamiento comparativo de los parámetros	133
9.4.1	Parámetros agrupados por métodos	133
9.5	Carga térmica	135
9.5.1	Del método E.E. Smith	135
9.5.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	137
9.5.2	Del método G.A. Herpol	139
9.5.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	141
9.5.3	Método de los factores ALFA (α)	142
9.5.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	142
9.5.4	Del método G. Purt	144
9.5.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	146
9.5.5	Del método M. Gretener	147
9.5.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	148
9.5.6	Del método E.R.I.C.	149
9.5.6.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	150
9.5.7	Métodos según Convenios SEVIMAR	151
9.5.7.1	Método según el SEVIMAR/83	151
9.5.7.2	Método según el SEVIMAR 74/78	154
9.5.7.3	Método según el SEVIMAR/60	155
9.5.8	Resumen al parámetro de la carga térmica	157
9.6	Resistencia al fuego	161
9.6.1	Del método de G.A. Herpol	161
9.6.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	162

9.6.2	Método de los factores alfa (α)	163
9.6.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	163
9.6.3	Método de los factores K	165
9.6.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	166
9.6.4	Método de G. Purt	167
9.6.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	167
9.6.5	Método de M. Gretener	168
9.6.6	Método E.R.I.C.	168
9.6.6.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	168
9.6.7	Métodos según SEVIMAR/83 y SEVIMAR 74/78	169
9.6.8	Métodos utilizados por el SEVIMAR/60 . .	170
9.6.8.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	170
9.6.9	Resumen al parámetro de la resistencia .	171
9.7	Combustibilidad	173
9.7.1	Del método E.E. Smith	173
9.7.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	173
9.7.2	Del método de G. A. Herpol	174
9.7.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	174
9.7.3	Del método de los factores ALFA (α) . . .	175
9.7.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	175
9.7.4	Del método de G. Purt	176
9.7.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	177

9.7.5	Métodos E.R.I.C. y M. Gretener	177
9.7.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	179
9.7.6	Método utilizado a bordo según Convenios SEVIMAR	180
9.7.6.1	Del SEVIMAR/83	180
9.7.6.2	Del SEVIMAR 74/78	180
9.7.6.3	Del SEVIMAR/60	180
9.7.6.4	Consideraciones al método y su aplicación al buque	181
9.7.7	Resumen general al parámetro de la combustibilidad	182
9.8	Generación de humos, gases tóxicos y corrosividad	184
9.8.1	Del método de E.E. Smith	185
9.8.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	186
9.8.2	Del método de G. A. Herpol	186
9.8.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	187
9.8.3	Del método de G. Purt	187
9.8.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	188
9.8.4	Del método E.R.I.C.	189
9.8.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	190
9.8.5	Del método de M. Gretener	190
9.8.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	191
9.8.6	Métodos según Convenios SEVIMAR	191
9.8.6.1	Referencias en el SEVIMAR/83.	191
9.8.6.2	Referencias en el SEVIMAR 74/78.	192

9.8.6.3	Referencias en el SEVIMAR/60.	193
9.8.6.4	Exigencias resultantes de los procedimientos de ensayo de exposición al fuego.	193
9.8.7	Consideraciones a las exigencias de los Convenios SEVIMAR	194
9.8.8	Resumen al parámetro de los humos y gases tóxicos.	195
9.9	Velocidad de propagación de las llamas .	199
9.9.1	Del método de E.E. Smith	199
9.9.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	199
9.9.2	Del método de G.A. Herpol	200
9.9.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	200
9.9.3	Del método de los factores α	201
9.9.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	201
9.9.4	Del método de G. Purt	202
9.9.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	202
9.9.5	Método según Convenios SEVIMAR	203
9.9.5.1	Del Convenio SEVIMAR 74/78	204
9.9.5.2	Métodos de ensayo nacionales para los materiales de construcción.	204
9.9.5.3	Consideraciones al método y su aplicación al buque	205
9.9.6	Resumen al parámetro de la propagación de las llamas	206
9.10	Altura y geometría del espacio	207
9.10.1	Del método de los factores α	207
9.10.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	207
9.10.2	Del método de los factores K	208

9.10.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	209
9.10.3	Método de G. Purt	210
9.10.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	210
9.10.4	Método de E.R.I.C.	211
9.10.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	211
9.10.5	Método de M. Gretener	212
9.10.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	213
9.10.6	Método según Convenios SEVIMAR	214
9.10.7	Del Convenio SEVIMAR/60	215
9.10.7.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	216
9.10.8	Resumen al parámetro de la altura y geometría del espacio	216
9.11	Ventilación de humos	220
9.11.1	Del método E.R.I.C.	220
9.11.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	221
9.11.2	Del método de M. Gretener	222
9.11.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	222
9.11.3	Método según Convenios SEVIMAR	223
9.11.4	Del Convenio SEVIMAR/60	225
9.11.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	226
9.11.5	Resumen al parámetro de la ventilación de humos	226
9.12	Evacuación	230
9.12.1	Método de los factores α	230

9.12.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	230
9.12.2	Método de G. Purt	231
9.12.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	231
9.12.3	Método de E.R.I.C.	232
9.12.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	232
9.12.4	Factores que afectan al movimiento de las personas.	233
9.12.5	Del método de M. Gretener	234
9.12.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	234
9.12.6	Métodos según el SEVIMAR.	235
9.12.6.1	Del SEVIMAR 74/78	236
9.12.6.2	Del SEVIMAR/60	237
9.12.6.3	Consideraciones al método y su aplicación al buque	237
9.12.7	Resumen al parámetro de los medios de evacuación	238
9.13	Contenido y uso del espacio	243
9.13.1	Método del factores K	243
9.13.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	243
9.13.2	Método de G. Purt	244
9.13.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	244
9.13.3	Método de M. Gretener	245
9.13.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	245
9.13.4	Otras procedencias	246

9.13.5	Resumen del parámetro de los medios del contenido y uso del espacio	247
9.14	Medidas de seguridad y equipos	251
9.14.1	Método de los factores α	251
9.14.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	252
9.14.2	Método de los factores K	253
9.14.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	254
9.14.3	Método E.R.I.C.	255
9.14.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	255
9.14.4	Método de M. Gretener	256
9.14.4.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	256
9.14.5	Métodos según Convenios SEVIMAR	257
9.14.5.1	Del SEVIMAR/83 respecto del SEVIMAR 74/78	257
9.14.5.2	Del Convenio SEVIMAR/60	258
9.14.5.3	Otras consideraciones a los equipos. . .	259
9.14.5.4	Características de la señal audible . . .	261
9.14.5.5	Consideraciones al método y su aplicación al buque	262
9.14.6	Resumen al parámetro de las medidas de seguridad y equipos	263
9.15	Influencia del personal y los planes de intervención	266
9.15.1	Método E.R.I.C.	266
9.15.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	266
9.15.2	Método de M. Gretener	267
9.15.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	267

9.15.3	Del método K.A.O.	268
9.15.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	268
9.15.4	Métodos de los Convenios Marítimos	269
9.15.5	Resumen al parámetro del personal y planes de intervención	270
9.16	Influencia del tiempo y dificultad de la intervención	278
9.16.1	Método de los factores a	278
9.16.1.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	279
9.16.2	Método del factor K	280
9.16.2.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	280
9.16.3	Método de G. Purt	280
9.16.3.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	280
9.16.4.	Método de E.R.I.C.	281
9.16.5	Método de M. Gretener	281
9.16.5.1	Consideraciones al método y su aplicación al buque	281
9.16.6	Resumen al parámetro del tiempo y dificultad de la intervención	282
10	PARAMETROS Y ASPECTOS DE NUEVA INCLUSION PARA SU ADAPTACION A LA ACTIVIDAD MARITIMA	284
10.1	Aspecto del incendio en los buques comparado con el acaecido en otras actividades	284
10.2	Aspectos del incendio de aplicación exclusiva a los buques	286
10.2.1	Posibilidad de recibir asistencia de terceros	287
10.2.2	Disponibilidad de asistencia médico sanitaria.	293

10.2.3	Medios de evacuación al exterior.	296
10.2.4	Evacuación de los humos.	300
10.2.5	Disponibilidad de agua para la extinción.	303
10.2.6	Disponibilidad de otros agentes extintores	305
10.2.7	Condiciones relacionadas con la intervención.	311
10.2.8	Características de la intervención. . .	313
10.2.9	Aspecto relativo al continente.	318
10.2.10	Aspecto relativo al contenido.	321
10.2.11	Peligrosidad añadida. Explosiones. . . .	324
10.2.12	Peligrosidad añadida. Derrames.	327
10.2.13	Influencia del control de las instalaciones.	329
10.2.14	Influencia del factor humano como causa del incendio.	333
10.2.15	Edad del buque en su inclusión en los Convenios SEVIMAR	337
10.2.16	Influencia por el pabellón del buque. . .	340
10.2.17	Influencia de la composición y procedencia de las tripulaciones.	343
10.2.18	Influencia de las características del buque en el siniestro.	346
10.2.19	Propuesta de características para las bombas contra incendios del buque. . . .	349
10.2.19.1	La capacidad de las bombas contra incendios.	350
10.2.19.1.1	Limitaciones expresas.	350
10.2.19.1.2	Naturaleza de las bombas contra incendios.	352
10.2.19.2	Diámetro y presión del colector contra incendios.	355
10.2.19.3	Respecto al método	357

10.2.20	Influencia debida al tipo de propulsor.	359
10.2.21	Estado de carga del buque como aspecto significativo del riesgo de incendio.	360
TERCERA PARTE	361
11	LIMITES PORCENTUALES DE RIESGO	362
11.1	Procedimiento de cálculo con soporte informático	367
11.2	Estructura y procedimiento de trabajo del soporte de cálculo para la evaluación del riesgo de incendio en los buques	368
12	CONCLUSIONES	378
	BIBLIOGRAFIA	383

ANEXOS

Anexo I.	Check-list para buques mercantes. Aplicación Contra incendios.	18 páginas
Anexo II.	Resumen de los datos estadísticos. Preparados para el tratamiento informático .	12 páginas
Anexo III.	Extracto resumen de los datos. Por gravedad de las consecuencias.	13 páginas
Anexo IV/1.	Tratamiento y análisis de los datos estadísticos. (Correspondencia y Clasificación)	35 páginas
Anexo IV/2.	Tratamiento y análisis de los datos estadísticos. (Cruzamiento de las variables)	63 páginas
Anexo V/1.	Preguntas de test para la evaluación del riesgo de incendio en los buques. (Recopilación)	13 páginas
Anexo V/2.	Preguntas de test para la evaluación del riesgo de incendio en los buques. (Presentación para el proceso de cálculo)	6 páginas