

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. LA SINIESTRALIDAD INDUSTRIAL EN ESPAÑA	3
1.2. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGOS	10
1.2.1. Definición matemática de riesgo	10
1.2.2. Análisis histórico de accidentes	11
1.2.3. Análisis preliminar de peligros	11
1.2.4. Análisis "¿Qué pasa si...?"	12
1.2.5. Análisis mediante listas de comprobación	12
1.2.6. Análisis de los modos de fallos y sus efectos	13
1.2.7. Análisis de peligros y operabilidad	13
1.2.8. Análisis mediante árboles de fallos	14
1.2.9. Análisis mediante árboles de sucesos	15
1.2.10. Análisis de causas y consecuencias	15
1.2.11. Índices de riesgo	16
1.3. OBJETIVOS, ÁMBITO Y ESTRUCTURA DE LA TESIS	16
2. FACTORES DE RIESGO EN INSTALACIONES QUÍMICAS	19
2.1. INTRODUCCIÓN: ÍNDICES DE RIESGO	21
2.2. ÍNDICES BASADOS EN LA DEFINICIÓN MATEMÁTICA DE RIESGO	23
2.2.1. Índice FINE	23
2.2.2. Método SEPTRI	24
2.2.3. El Hazard Rating Number (HRN)	26
2.3. ÍNDICES BASADOS EN LA CARGA DE FUEGO	27
2.3.1. Índice MESERI	27
2.3.2. Método Gretener	30
2.3.3. El índice "Evaluation du risc d'incendie par le càcul" (índice ERIC)	34
2.3.4. Índice de Purt	36
2.3.5. Índice de cálculo de la carga de fuego ponderada	37
2.3.6. Método de los coeficientes K	38
2.3.7. Método de los coeficientes α	39

	Página
2.4. ÍNDICES BASADOS EN LA PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	40
2.4.1. Método IFAL	40
2.4.2. Índice de incendio y explosión de Dow Chemical	40
2.4.3. Índice Mond (desarrollado por ICI)	47
2.4.4. El índice de la Unión des Chambres Syndicales de l'Industrie du Petrole (Método UCSIP)	54
2.4.5. Índices de riesgo de procesos químicos (INSHT)	57
2.4.6. Índice Chemical Exposure Index de Dow (CEI)	59
2.5. CONCLUSIONES	60
3. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS HISTÓRICO DE ACCIDENTES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	65
3.1. INTRODUCCIÓN	67
3.2. BASE DE DATOS FACTS	69
3.3. BASE DE DATOS SONATA	71
3.4. THE ACCIDENT DATABASE (versión 2)	72
3.5. REGISTRO DEL NATIONAL RESPONSE CENTER	74
3.6. BASE DE DATOS MARS	76
3.7. BASE DE DATOS MHIDAS	83
3.8. BASE DE DATOS FIRE	85
3.9. ARIP: ACCIDENTAL RELEASE INFORMATION PROGRAM	87
3.10. OTRAS BASES DE DATOS	88
3.11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
3.11.1. Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i de Salvaments de Catalunya	89
3.11.2. Centres de Seguretat i Higiene del Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya	89
3.11.3. Direcció General de Seguretat Industrial del Departament d'Indústria i Energia de la Generalitat de Catalunya	89
3.11.4. Registro de Accidentes Mayores de la Dirección General de Protección Civil	90
3.11.5. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	90
3.11.6. COASHIQ	90
3.11.7. Boletines de ICEA	90
3.11.8. Informes de Marsh & McLennan Protection Consultants	91
3.11.9. Cardillo	91

	Página
3.11.10. Drogaris	92
3.11.11. Norstrom	93
3.11.12. V.C. Marshall	95
3.11.13. Brockhoff, Petersen y Haastrup	96
3.11.14. Khan y Abbasi	96
3.11.15. Davenport	97
3.11.16. Haastrup y Brockoff	98
3.11.17. Vilchez, Sevilla, Montiel y Casal	100
3.11.18. Otras referencias bibliográficas	100
3.12. CONCLUSIÓN	105
4. ESTUDIO DE LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES EN FUNCIÓN DE DIVERSOS FACTORES	107
4.1. INTRODUCCIÓN	109
4.2. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES POR DÉCADAS	111
4.3. EVOLUCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES	112
4.3.1. Evolución del número de muertos	112
4.3.2. Evolución del número de heridos	116
4.3.3. Evolución de las pérdidas económicas	119
4.4. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACCIDENTES POR PAISES	122
4.4.1. Distribución del número de muertos por países	122
4.4.2. Distribución del número de heridos por países	126
4.4.3. Distribución de las pérdidas económicas por países	128
4.5. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES EN FUNCIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE LA SUSTANCIA	129
4.5.1. Número de muertos en función del estado físico de las sustancias	129
4.5.2. Número de heridos en función del estado físico de la sustancia	132
4.5.3. Daños económicos en función del estado físico de la sustancia	132
4.6. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES SEGÚN LAS CATEGORÍAS DE PELIGRO DE LAS SUSTANCIAS INTERVINIENTES	135
4.6.1. Número de muertos en función de la categoría de peligro de las sustancias	135
4.6.2. Número de heridos por categoría de peligro de la sustancia	137
4.6.3. Pérdidas económicas según la categoría de peligro de la sustancia	139

	Página
4.7. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES SEGUN EL TIPO DE INCIDENTE	139
4.7.1. Número de muertos en función del tipo de incidente	141
4.7.2. Número de heridos en función del tipo de incidente	144
4.7.3. Pérdidas económicas en función del tipo de incidente	146
4.8. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES SEGÚN EL TIPO DE ACTIVIDAD O INSTALACIÓN	147
4.8.1. Número de muertos en función el tipo de actividad	147
4.8.2. Número de heridos según el tipo de actividad	149
4.8.3. Daños económicos según el tipo de actividad	149
4.9. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES EN FUNCIÓN DE SUS CAUSAS	152
4.9.1. Número de muertos en función de la causa del accidente	152
4.9.2. Número de heridos en función de la causa del accidente	154
4.9.3. Daños económicos en función de la causa del accidente	154
4.10. GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE SUSTANCIA	156
4.10.1. Número de muertos en función de la cantidad de sustancia	156
4.10.2. Número de heridos en función de la cantidad de sustancia	159
4.10.3. Daños económicos en función de la cantidad de sustancia	161
4.11. CONCLUSIONES	161
5. CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS EN FUNCIÓN DE SU GRAVEDAD	167
5.1. INTRODUCCIÓN	169
5.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE	169
5.2.1. Análisis de correspondencias múltiples	170
5.2.2. Análisis de conglomerados	171
5.2.3. Modelos de regresión logit	172
5.2.4. Árboles de clasificación	172
5.2.5. Análisis discriminante	173
5.3. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DISPONIBLES	174

	Página
5.4. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES Y ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS	178
5.4.1. Objetivo	178
5.4.2. Preparación de los datos	178
5.4.3. Resultados	180
5.5. MODELOS DE REGRESIÓN LOGIT	184
5.5.1. Objetivo	184
5.5.2. Preparación de los datos	185
5.5.3. Resultados	185
5.6. ÁRBOLES DE CLASIFICACIÓN	189
5.6.1. Objetivo	189
5.6.2. Preparación de los datos	189
5.6.3. Resultados	189
5.7. CONCLUSIONES	195
6. APLICACIÓN A TRES TIPOLOGÍAS DE ACCIDENTES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	199
6.1. INTRODUCCIÓN	201
6.2. EVOLUCIÓN DE LOS COSTES ECONÓMICOS DERIVADOS DE LOS ACCIDENTES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS	202
6.2.1. Metodología de aplicación	203
6.2.2. Descripción de los índices considerados	203
6.2.3. Criterios de aplicabilidad	206
6.2.4. Valoración económica de los accidentes de dos bases de datos	208
6.2.5. Conclusiones	212
6.3. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE MUERTOS EN EXPLOSIONES ACCIDENTALES	213
6.3.1. Efectos de las explosiones: correlación simple de datos experimentales	213
6.3.2. Estimación del número máximo de muertos	215
6.3.3. Distribución del número de muertos en función de $F_{\text{máx}}$	218
6.3.4. Ejemplos de aplicación	220
6.3.5. Conclusiones	221

	Página
6.4. DESARROLLO DE ÁRBOLES DE SUCESOS PARA SUSTANCIAS INFLAMABLES	222
6.4.1. Trabajos previos	223
6.4.2. Metodología	224
6.4.3. Resultados	225
6.4.4. Conclusiones	229
6.5. CONCLUSIÓN	230
CONCLUSIONES	231
BIBLIOGRAFÍA	235
ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS MARS	251
A1.1. ESTRUCTURA DEL INFORME PRELIMINAR	253
A1.2. ESTRUCTURA DEL INFORME FINAL	255
A1.2.1. Tipo de accidente (A1)	255
A1.2.2. Información sobre las sustancias intervinientes (A2)	256
A1.2.3. Información sobre la instalación de origen (A3)	256
A1.2.4. Información sobre las condiciones meteorológicas (A4)	258
A1.2.5. Información sobre las causas del accidente (A5)	258
A1.2.6. Discusión sobre las causas del accidente (A6)	258
A1.2.7. Descripción del área afectada (B1)	259
A1.2.8. Información sobre la población afectada (B2)	260
A1.2.9. Descripción del daño ecológico derivado del accidente (B3)	260
A1.2.10. Descripción del daño a bienes históricos (B4)	260
A1.2.11. Descripción del daño material derivado del accidente (B5)	261
A1.2.12. Afectación a la vida comunitaria (B6)	261
A1.2.13. Discusión sobre las consecuencias del accidente(B7)	262
A1.2.14. Medidas de emergencia adoptadas (C1)	262
A1.2.15. Cumplimentación de la Directiva Seveso II (C2)	262
A1.2.16. Acciones legales adoptadas(C3)	265
A1.2.17. Lecciones aprendidas derivadas del accidente(C4)	265
A1.2.18. Análisis de la respuesta dada al accidente (C5)	265
A1.3. CONCLUSIONES	265
ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS MHIDAS	269
A2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS MHIDAS	271

	Página
A2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES REALIZADAS	283
A2.2.1. Creación de la tabla de accidentes	283
A2.2.2. Redefinición de la localización del accidente	283
A2.2.3. Revisión de los códigos de Tipo de Incidente (IT)	285
A2.2.4. Revisión de los códigos de Origen del Accidente (OG)	285
A2.2.5. Redefinición de la peligrosidad de la sustancia (MH)	286
A2.2.6. Creación de los campos QMH (Quantity-Material hazard)	286
A2.2.7. Actualización del coste de los accidentes	286
A2.2.8. Definición del índice de gravedad	286
A2.3. CONCLUSIONES	289