

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Departamento de Medicina



**Plan de Actuación Sanitaria ante una
Emergencia Sísmica: Caso de Terremoto
Destructor en el Área Metropolitana de Granada.**

Margarita Martínez-Zaldívar Moreno

TESIS DOCTORAL

Granada 2006

AGRADECIMIENTOS

La tesis que a continuación se presenta, es el resultado de más de cuatro años de trabajo.

No se trata de una labor individual, sino que representa el esfuerzo conjunto de una serie de personas, que han hecho posible su desarrollo y que he tenido la suerte de conocer, pero que sobre todo y siguiendo sus consejos y apoyo mostrado hacia mí, han supuesto un enriquecimiento para mi formación como profesional de la medicina y como persona.

Es mi deseo expresar en primer lugar y de forma muy especial mi admiración y agradecimiento al Profesor D. Francisco Vidal Sánchez, destacando su gran labor como director de esta tesis, que con su participación activa, su entusiasmo, conocimientos y apoyo ha hecho posible su realización. Por el esfuerzo y el tiempo dedicado y por haberlo dirigido y corregido siempre de forma desinteresada. Quiero destacar su capacidad de trabajo, su comprensión y su calidad humana.

De la misma manera quiero agradecer, también como directores de esta tesis, al Profesor D. Francisco Javier Gómez Jiménez su dedicación, esfuerzo, amistad y cariño junto a la Dra. Carmen Martín Castro, quien depositó en mí su confianza para desarrollar este proyecto de investigación.

Mi más profundo agradecimiento a todas las personas, que de forma directa o indirecta, han participado en la realización de este trabajo:

Agradezco al Instituto Andaluz de Geofísica de Granada, el apoyo y las facilidades prestadas, en especial a Mercedes Feriche por su ayuda y amabilidad.

Al 061 de Granada, en especial a su director, D. Eladio Gil Piñero y a D. Luis Roberto Jiménez Guadarrama por su colaboración y el apoyo prestado.

Agradezco a los Sres. Luis Alfonso Ortiz, Laureano Garrido Pérez y Enrique Álvarez Vigil del Servicio de Protección Civil de Granada las facilidades prestadas y por su colaboración en todo momento.

Así como al jefe del Servicio de Urgencias del Hospital Ruiz de Alda, D. Juan Roca Guiseris y al Jefe del Servicio de Urgencias del Hospital Clínico Universitario D. Francisco González por su interés y colaboración.

A la Prof. Aurora Valenzuela Garach por la ayuda prestada en este trabajo con sus conocimientos en materia de Medicina Legal y Forense.

Mi más sincero agradecimiento a D. Sergio Iglesias Asenjo, de la Oficina Técnica de Protección Civil del Ayuntamiento de Granada y a D. Juan Manuel Jerez Hernández, profesor de la Escuela Universitaria de Enfermería Virgen de las Nieves, por su interés, colaboración y ayuda prestada de forma desinteresada.

A todos mis compañeros del Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias del Distrito de Granada, especialmente al "Equipo de la Mañana", por sus amistad, colaboración y estímulo. Porque trabajar con ellos es un privilegio.

A Dori, gran amiga y compañera, por su comprensión y ayuda.

Quiero agradecer muy especialmente al Dr. D. Carlos Álvarez Leiva, (Dirección de Sanidad. Ejército de Tierra. Madrid) sus aportaciones a este trabajo, su tiempo, colaboración y apoyo desinteresado. Y quiero expresar también mi admiración por su trabajo como experto en Medicina de Catástrofes. Su experiencia y conocimiento han sido de gran valor para mi formación.

Finalmente y de manera especial, dedico la realización de esta tesis a toda mi familia, presentes y ausentes, por el cariño y amor que me han transmitido siempre.

A mi padre, al que considero un magnífico padre y una gran persona. Porque sus consejos siempre me han guiado por el buen camino. Este proyecto lo iniciamos juntos y sin él no se habría realizado. De él he heredado el amor por la Medicina, que me ha permitido alcanzar muchas metas de las que me propuse. Gracias de corazón.

A mi madre. Ella me dio la vida, y su tesón y esfuerzo por hacernos mejores me han ayudado siempre, tanto en el terreno profesional, como en el personal. Ella me ha enseñado grandes valores humanos.

Al resto de mi familia que siempre está conmigo, sobre todo a mis hermanos Cristina y Tomás, a los que admiro y adoro.

Y especialmente a Antonio, que ha estado a mi lado siempre y a mi preciosa hija Paula que a pesar de su corta edad, ha sabido entender que este trabajo me robaba tiempo para dedicarle a ella. Gracias por aceptarme tal como soy, por vuestra paciencia, comprensión ... y muchas cosas más.

DEDICATORIAS

*A mis padres, a los que les debo casi todo y
a mis hermanos.*

*A Antonio y a Paula,
que dan sentido a mi vida.*

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	3
1 Terremotos, Víctimas y Actuaciones Sanitarias	3
2 Aspectos generales de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico	7
2.1 Conceptos previos	7
2.2 Peligrosidad, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmicos.....	14
2.3 Vulnerabilidad y riesgo sísmico de las edificaciones esenciales. Hospitales	16
2.4. Prevención de desastres sísmicos.....	25
3 Peligrosidad y Riesgo Sísmico en el Área Metropolitana de Granada	26
3.1 Encuadre geográfico, geológico y sísmico	26
3.2 Sismicidad histórica de Granada.....	30
3.3 Riesgo sísmico de la ciudad de Granada.....	39
3.4 Consideraciones sobre planificación de actuaciones sanitarias según el análisis de la sismicidad histórica.	46
4 Daños, Víctimas y Asistencia Sanitaria	46
4.1 Escenarios de daños y víctimas	46
4.1.1 Escenario Sísmico.....	47
4.1.2 Escenarios de Daños Sísmicos.....	48
4.1.3 Estimación de escenarios de daños y víctimas en el mundo	51
4.2 Morbilidad y mortalidad provocadas por terremotos	57
4.3 Factores que influyen en la morbilidad y mortalidad por terremotos.	63
4.3.1 Factores naturales	63
4.3.2 Factores de riesgo individual	69
4.4 Asistencia Sanitaria	72
4.5 Atención Psicológica de las víctimas	73
5 Antecedentes de Planes de Emergencias Sísmicas y de Actuaciones Sanitarias	76
5.1 Planes de Emergencias Sísmicas	76
5.2 Planes de Actuaciones Sanitarias	79
5.2.1 Planes previos de actuación sanitaria en Granada.....	80
5.3 Problemas médico legales y organizativos de las víctimas en catástrofes sísmicas.	81
6 Estructura y contenidos de la Tesis	83
 CAPÍTULO 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	 85
1 Justificación, Necesidad e Importancia del trabajo	87
2 Objetivos	91
2.1 Objetivos generales.	91
2.2 Objetivos específicos.	92

1 Métodos de Estimación de Daños y Víctimas	95
1.1 Estimación de daños y víctimas en España.	95
1.2 Estimación temprana de daños.	97
1.2.1 Estimaciones ciegas y tempranas de daños en el mundo.	97
1.2.2 Estimación temprana de daños con SES2002.....	100
1.2.3 Comparación de predicciones ciegas rápidas y daños observados.....	102
1.3 Escenarios de Daños Sísmicos previos en el Área Metropolitana de Granada.....	102
1.3.1 Estimaciones previas de escenarios de daños en Granada.....	103
1.3.2 Estimaciones previas de daños y víctimas en Granada.....	105
1.4 Metodología de estimación de daños y víctimas en Granada.....	107
1.4.1 Cálculo de isosistas teóricas.....	107
1.4.2 Caracterización de la vulnerabilidad de edificios.....	110
1.4.3 Matrices de vulnerabilidad de edificios y personas.....	111
1.4.4 Estimación de daños en edificios y población.....	113
1.4.5 Obtención de datos de otros elementos en riesgo de interés para protección civil.	114
1.4.6 Aplicación informática para la gestión y representación espacial de los datos (visualizador – GIS).....	115
1.4.7 Estimación cuantitativa de las víctimas para sismos en Granada.	116
2 Métodos de Clasificación y Asistencia Sanitaria de Víctimas	118
2.1 Clasificación de lesiones para sismos granadinos.	118
2.2 Métodos de clasificación de víctimas: Triage.	121
2.2.1 Tipos de triage.....	122
2.2.2 Aplicación del triage: clasificación de las víctimas en categorías.....	123
2.2.2.1 Método SHORT.....	124
2.2.2.2 Método START.....	125
2.2.2.3 Triage pediátrico. Método JumpSTART.....	128
2.3 Asistencia Sanitaria y Psicológica de las víctimas.	130
2.3.1 Asistencia Sanitaria de las víctimas.	130
2.3.1.1 Mínimos asistenciales.....	131
2.3.1.2 Paciente atrapado.....	131
2.3.1.3 Escala Mess.....	133
2.3.1.4 Situaciones especiales.....	134
2.3.1.5 Despliegue del material sanitario.....	135
2.3.1.6 Proceso Asistencial Industrial.....	136
2.3.2. Asistencia psicológica de las víctimas.....	137
3 Métodos de Organización de las Emergencias Sanitarias en Granada	140
3.1 Planes de emergencia sísmica a escala nacional.	140
3.1.1 Planes territoriales y especiales.	140
3.2. Plan de Emergencias Sísmicas de Andalucía.	141
3.2.1 Plan Territorial de Emergencias de Andalucía (PTEAnd).....	141
3.2.2 Estructura y organización general de un Plan de Emergencias Sísmicas, basado en el PTEAnd.	142

3.2.3 Operatividad y Activación del Plan de Emergencias Sísmicas	146
3.3 Plan de Emergencias Sísmicas en Granada.....	149
4 Métodos de Organización de Actuaciones Sanitarias en Terremotos	
Granadinos.	149
4.1 Estructura y Organización general de un Plan de Actuación Sanitaria.....	150
4.2 Sectorización y funciones asistenciales.....	150
4.3 El Mando Sanitario.....	153
4.4 Coordinación.....	154
4.5 Triage y Asistencia Sanitaria.....	157
4.6 Las comunicaciones en las Emergencias Sanitarias.....	158
4.6.1 Sistemas Fundamentales.....	159
4.6.2 Organización Práctica de una Red de Comunicaciones.....	160
4.7 Control de las ambulancias.....	160
4.8 Dispersión de los pacientes y medios de evacuación.....	161
4.9 Prioridades en la evacuación	163
4.10 La Respuesta Hospitalaria en terremotos.	165
4.11 Planes de Emergencia Hospitalarios.....	166
4.11.1 Niveles de Emergencia.....	169
4.11.2 Fases de Emergencia de la Atención Hospitalaria	169
4.12 Disponibilidad de los hospitales..	170
4.12.1 Análisis de la vulnerabilidad de instalaciones sanitarias para evaluar la disponibilidad en caso de terremoto	170
4.12.2 Clasificación de áreas hospitalarias de acuerdo a su importancia en la atención de un desastre sísmico.	175
4.12.3 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Hospitales de Granada: Ejemplo Hospital Virgen de las Nieves.....	177
4.12.3.1 Disponibilidad en función de los problemas potenciales para intensidades altas.	178
4.13. Análisis de los recursos de la zona.....	181
4.14. Aspectos médico-legales de víctimas mortales en grandes catástrofes.	182
4.14.1 Procedimientos de actuación.	182
4.14.2 Identificación y actuaciones con víctimas mortales.....	183
5 Método Bibliográfico	187
6 Método de Redacción y Estilo	187
 CAPÍTULO 4. RESULTADOS	 189
1 Impacto de terremotos a la población del Área Metropolitana de Granada	191
1.1 Caso 1. Terremoto de intensidad máxima VIII (EMS) con epicentro en Sierra Elvira.....	192
1.2 Caso 2. Terremoto de intensidad máxima IX (EMS) con epicentro en Sierra Elvira.....	195
1.3 Caso 3 Terremoto de intensidad máxima VIII (EMS) con epicentro en Granada.....	198
1.4 Caso4. Terremoto de intensidad máxima VIII (EMS) con epicentro en Granada.	201
2 Clasificación de las Víctimas en Terremotos Tipo en Granada	201

3 Organización de la Actuación Sanitaria en caso de terremoto	211
3.1. Escalonamiento de la organización sanitaria	212
3.2. Gestión de crisis	214
3.3. Procesos en el lugar	217
3.3.1 Clasificación bipolar mantenida	218
3.3.2 Atención médica urgente de las víctimas.....	219
3.4. Elementos desplegados en la zona.....	219
3.4.1 Puestos Médicos Avanzados.....	219
3.4.2 Ubicación de los PSA en el caso de <i>terremoto de I=VIII con</i> <i>epicentro en SIERRA ELVIRA.</i>	221
3.4.3 Unidad de Estabilización Prehospitalaria	223
3.4.4 Unidades de Rescate Quirúrgico.	223
3.5. Evacuación y Transporte	224
3.5.1 Norias de Evacuación.....	224
3.5.2 Medios de transporte y sus indicaciones.....	227
3.6. Asistencia Ambulatoria en áreas periféricas	230
3.7. Asistencia Hospitalaria en áreas periféricas y nacionales	230
3.7.1 consideraciones para la asistencia y triage hospitalario.....	230
3.7.2 Centros Hospitalarios Receptores	232
3.8. Hospitales de Campaña.....	236
3.9. Asistencia especializada en centros de especialidades quirúrgicas.	237
3.9.1 Evacuación de patologías singulares.	237
3.10. Dispositivo de intervención psicosocial en una catástrofe sísmica en Granada.	238
3.11. Acogida de personas sin hogar	240
4 Sistemas de Comunicación e Información	240
4.1 Operativa a seguir en caso de caída del sistema informático y de las comunicaciones en el CCE de Granada.....	241
4.2 Sistemas de Comunicación en casos de emergencia y catástrofes	242
5 Actuación Médico-Legal ante las víctimas mortales	242
5.1 Recomendaciones relacionadas con las actuaciones con víctimas mortales ...	243

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN **245**

1 Escenarios Sísmicos en Granada	247
1.1. Elección de los casos considerados.	247
1.2. La simulación de escenarios con SES 2002.....	248
2 Cuantificación de las víctimas.	249
3 Lesiones y patologías de las víctimas estimadas.	250
4 Organización de la Actuación Sanitaria	254
4.1. Elementos desplegados en la zona.....	254
4.1.1. Localización de las Áreas de Socorro y Áreas Base.	254
4.1.2. Unidades de Estabilización Hospitalaria y Unidades de Rescate Quirúrgico.....	255
4.1.3. Hospital de Campaña.....	256
4.1.4. Asistencia ambulatoria.....	257
4.2. Evacuación.....	257

5 Asistencia Sanitaria.....	257
5.1. Rescate y Supervivencia de las víctimas.	258
5.2. Clasificación y triage.	259
5.3. Atención médica.	260
6 Implantación y Mantenimiento del Plan.....	261
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	265
BIBLIOGRAFÍA	269
ANEXOS	287
ANEXO 1. Glosario de términos de uso más frecuente relacionados con las emergencias sísmicas	288
ANEXO 2. Glosario de términos sísmicos relacionados con las emergencias sísmicas.	291
ANEXO 3. Terremotos del siglo XX con más de 10.000 muertes.....	296
ANEXO 4. Escala Macrosísmica Europea (EMS) (<i>Grüntal, 1998</i>) Clasificación de daños.	297
ANEXO 5. Sismicidad histórica en Andalucía, (880-2.004)	299
ANEXO 6. Víctimas y daños del terremoto de 1884.....	301
ANEXO 7. Fallas más peligrosas del entorno de Granada.....	302
ANEXO 8. Detalle del Mapa de Vulnerabilidad Sísmica del Municipio de Granada	303
ANEXO 9. Patrones lesionales según la naturaleza de la catástrofe.....	304
ANEXO 10. Modelos 1 y 2. Matrices de vulnerabilidad de viviendas expresada en % de edificios dañados según los grados de daños, tipología (A-D) de la EMS y la intensidad sísmica	306
ANEXO 11. Modelo Irpinia – Cataluña. Matrices de vulnerabilidad de edificios, según los grados y clasificación de daños y tipología (A-D) de la EMS y la intensidad sísmica	307
ANEXO 12. Normativa legal sobre Prevención y Emergencia Sísmica.....	309
ANEXO 13. Características de los principales hospitales de Granada: Hospital Virgen de las Nieves y Hospital Universitario San Cecilio.....	313
ANEXO 14. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Hospital Universitario Virgen de las Nieves	318
ANEXO 15. Catálogo de Medios y Recursos para Emergencias Sanitarias	322
ANEXO 16. Recursos mínimos materiales en los DCCU de Granada.....	335
ANEXO 17. Tablas de Simulación de Escenarios de Daños Sísmicos en Granada	339
ANEXO 18. Sistemas de Comunicación en casos de Emergencia y Catástrofes	345

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Deslizamiento de ladera del terremoto de 1884. El sismo de 1755 (de Cabo San Vicente) también produjo deslizamientos en esta población.	9
Figura 1.2. Colapso de un Hospital (Méjico, 1985).....	20
Figura 1.3. Edificios destruidos en un barrio en el que los más antiguos resistieron.Turquía 1999.	23
Figura 1.4. Principales fallas de la cuenca de Granada y las velocidades de deslizamiento conocidas, (López Casado, 2002).....	29
Figura 1.5. Terremotos del área Iberia-Magreb (1048 – 2003).....	31
Figura 1.6. Mapa de isosistas del llamado terremoto de Andalucía (Vidal, 1986).....	34
Figura 1.7. Representación de los daños en Alhama de Granada producidos por el Terremoto de Andalucía de 1884	35
Figura 1.8. Ilustración de asistencia a heridos. (Alhama 1884.).....	36
Figura 1.9. Ejemplos de Albergues provisionales desplegados en Alhama de Granada (arriba) y Granada (abajo).....	37
Figura 1.10. Ruinas de Albuñuelas tras el terremoto. En la imagen de la izquierda se puede apreciar como se realizaron labores de rescate de los cuerpos, y en la imagen de la derecha, el impacto psicológico de una de las víctimas que camina por las ruinas en busca de supervivientes.	37
Figura 1.11. Mapa de la Peligrosidad Sísmica de España de la Norma de Construcción Sismorresistente Española, NCSE-02	42
Figura 2.1. Colapso de construcciones en Arenas del Rey (Granada), población completamente destruida por el terremoto de 1884.	88
Figura 2.2. Labores de Salvamento y Rescate de las víctimas atrapadas bajo los escombros realizadas por voluntarios, (México 1985).	89
Figura 2.3. Ejemplo del interior de un Hospital de Campaña.	90
Figura 2.4. Víctimas de una catástrofe sísmica que no han sido clasificadas previamente y en espera de recibir tratamiento.	90
Figura 3.1. Metodología del SES 2002	101
Figura 3.2. Representación gráfica de los valores de Intensidad para un terremoto de Sierra Elvira con $I_{max} = VIII$. (Mapa generado con SES 2002).....	117
Figura 3.3. Imágenes del anverso de tarjeta internacional clásica (izquierda) y del reverso (derecha).	124
Figura 3.4. Algoritmo del método S.H.O.R.T. (Sale caminando, Habla sin dificultad, Obedece órdenes sencilla, Respira, Taponar hemorragias). Triage inicial para personal no sanitario ante incidentes con múltiples víctimas.....	125
Figura 3.5. Algoritmo del Método START (Simple Triage and Rapid Treatment).....	126
Figura 3.6. Algoritmo del método Jumpstart. (Cortesía del Dr. Pablo Smester. Sociedad Dominicana de Medicina Prehospitalaria).	129
Figura 3.7. Paciente atrapado bajo los escombros de un derrumbamiento ocasionado por un terremoto.....	132
Figura 3.8. Ejemplo de despliegue de material sanitario (Simulacro de catástrofe en Granada, 2005).....	135
Figura 3.9. Áreas donde los equipos que conforman el Grupo de Desastres	

ejercen su acción: Área de Salvamento-Equipo Punta, Área de Socorro-Equipo de Apoyo y Área Base-Equipo Base.	138
Figura 3.10. Organigrama de sectorización para controlar el escenario en una catástrofe, aplicable al caso de terremoto dañino.	151
Figura 3.11. Ejemplo de Área de Socorro donde se está realizando triage y primera asistencia sanitaria. (Simulacro de catástrofe en Granada, 2005)	152
Figura 3.12. El mando sanitario dirige el triage, la asistencia sanitaria y la evacuación de las víctimas.	154
Figura 3.13. Sala de Coordinación del Centro Coordinador de Urgencias y Emergencias de Granada.....	156
Figura 3.14. Evitar el caos que se muestra en esta fotografía se consigue con el control de las ambulancias. (Atentado terrorista del 11-M, 2004).....	160
Figura 3.15. Eurocódigo 8. Objetivos de operatividad y seguridad para distintos tipos de edificaciones y terremotos de diferente período de retorno.	172
Figura 4.1. Representación gráfica de la localización lesional más frecuentes y su gravedad (categoría) para el caso de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira (Granada).	205
Figura 4.2. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 1ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).	205
Figura 4.3. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 2ª categoría (amarillos), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).....	206
Figura 4.4. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 3ª categoría (verdes), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).	206
Figura 4.5. Representación gráfica de la localización lesional más frecuente y su gravedad para el caso de I=IX con epicentro en Sierra Elvira (Granada).....	207
Figura 4.6. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 1ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).	207
Figura 4.7. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 2ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).	208
Figura 4.8. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 3ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).	208
Figura 4.9. Gráfico comparativo del número de víctimas clasificadas por categorías para los casos de I=VIII e I=IX en Sierra Elvira (Granada).....	209
Figura 4.10. Representación gráfica de la estimación del número víctimas por categorías para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).....	210
Figura 4.11. Representación gráfica de la estimación del número víctimas por categorías para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).....	210
Figura 4.12. Esquema de la activación del Grupo Sanitario para la asistencia sanitaria inmediata tras un terremoto en la provincia de Granada.	212
Figura 4.13. Clasificación bipolar mantenida.....	218
Figura 4.14. Mapa de Granada. En él se pueden apreciar entre otras, las localidades más afectadas por el terremoto con I=VIII (Pinos Puente, Atarfe, Fuente Vaqueros, Santa Fé, Albolote, Maracena y Peligros).	221
Figura 4.15. Localización de los PMDA en caso de Terremoto en Sierra Elvira (I=VIII). Señaladas con un círculo azul se encuentran los 4 municipios donde se han ubicado los PMDA.....	222

Figura 4.16. Esquema organizativo en el área del siniestro.	225
Figura 4.17. Interior de un Hospital de Campaña donde se está realizando asistencia sanitaria (Terremoto de Northridge, 1994).	232
Figura 4.18. Ejemplo de un Hospital de Campaña.	236
Figura 5.1. Equipos de salvamento en las tareas de rescate, empleando mascarillas.	253
Figura 5.2. Labores de rescate. El acceso a las víctimas puede ser muy difícil, como se aprecia en estas imágenes.	259
Figura A.13.1. Ubicación y accesos principales a la zona hospitalaria de la ciudad de Granada.	313
Figura A.13.2. Construcción del nuevo Hospital Universitario San Cecilio (Marzo 2006).	315
Figura A.13.3. Mapa de los Distritos Sanitarios de la provincia de Granada.	314
Figura A.15.1. Organigrama de la estructura organizativa de los grupos integrantes necesarios para resolver una emergencia sísmica.	332

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Terremotos destructores con más de 50.000 muertes.	4
Tabla 1.2. Lesiones más frecuentes que requieren tratamiento después de un terremoto.	6
Tabla 1.3. Correlación aproximada entre tipos de subsuelo y el incrementode la intensidad. (Escala modificada de Mercalli, MM).	9
Tabla 1.4 Relación entre escalas de clasificación de terremotos, energía liberada y daños observados	11
Tabla 1.5. Escala Macrosísmica Europea (EMS 98, abreviada de Grüntal).	12
Tabla 1.6. Clasificación de las sacudidas para terremotos superficiales ocurridos dentro o cercanos al territorio andaluz. (PESI-IAG, 2004).	13
Tabla 1.7. Construcciones de importancia esencial según en la NCSE-02.	17
Tabla 1.8. Instalaciones sanitarias afectadas por sismos en América (1971-1991).	18
Tabla 1.9. Población de los municipios situados a no más de 10 Km de Granada capital (IEA)	28
Tabla 1.10. Características contractivas de los edificios de Granada por fecha de construcción. (Iglesias, S., 2002).	45
Tabla 1.11. Proporción de víctimas para cada grado de daño (ATC-13, 1985)	51
Tabla 1.12. Porcentaje de lesiones que producen mortalidad en las víctimas de un terremoto.	58
Tabla 1.13. Porcentaje de de lesiones entre las víctimas del terremoto de Armenia de 1988.	60
Tabla 1. 14. Morbilidad y mortalidad encontrada en los hospitales. (kobe, 1995)	61
Tabla 1. 15. Morbilidad y mortalidad encontrada en los pacientes hospitalizados (kobe 1995).	61
Tabla 1.16. Localización y cuantificación de lesiones encontradas en Chi-Chi (1999).	61
Tabla1. 17. Tipo de lesiones, (Chi-Chi, 1999)	62
Tabla 1.18. Nº de fallecidos por edad en el terremoto de Chi-Chi, 1999.	62
Tabla 3.1. Valores aceleración máxima esperada para cada intensidad EMS.	98
Tabla 3.2. Resultados para un terremoto de I _{max} IX en Pinos Puente	106
Tabla 3. 3. Leyes de atenuación sísmica aplicadas en SES2002 dependiendo de la zona epicentral	108
Tabla 3.4. Clasificación de las edificaciones en clases de vulnerabilidad y porcentajes correspondientes a cada clase.	111
Tabla 3.5. Bases de datos utilizadas en SES 2002. PS: Peligros Secundarios. EM: Medios y recursos necesarios para la emergencia; CAR: Cartografía.	115
Tabla 3.6. Localización y tipo de lesiones traumáticas encontradas en 1000 pacientes heridos.	119
Tabla 3.7. Cuantificación de víctimas por categorías atendiendo a la localización del traumatismo. (Martínez-Zaldívar R., 1990).	119
Tabla 3.8. Principales lesiones traumáticas para un terremoto granadino de I=VIII-IX en 1000 pacientes heridos.	120
Tabla 3.9. Escala revisada de Trauma (RTS).	127
Tabla 3.10. Soporte vital avanzado al paciente atrapado (SVATR)	133

Tabla 3.11. Escala MESS.....	134
Tabla 3.12. Esquema del despliegue de material y su distribución.....	136
Tabla 3.13. Estructura operativa del PTEAnd, atendiendo a las fases y estructura de la emergencia sísmica. (PTEAnd, 1999)	148
Tabla 3.14. Clasificación de las víctimas por criterios de gravedad clásicos. Indicaciones de tratamiento y evacuación.....	158
Tabla 3.15. Asignación de recursos en transporte de víctimas.....	162
Tabla 3.16. Organización de las norias de camilleo.	163
Tabla 3.17. Resumen de procedimientos en el área de socorro.....	164
Tabla 3.18. Áreas hospitalarias y su clasificación de acuerdo a su importancia en la atención de un desastre (Morán et al., 2005).	176
Tabla 4.1. Víctimas y daños para un sismo de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES máximo.	193
Tabla 4.2. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 1: (Sierra Elvira, I = VIII).....	195
Tabla 4.3. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES máx.	196
Tabla 4.4. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 2: (Sierra Elvira, I = IX).....	198
Tabla 4.5. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES máx.	199
Tabla 4.6. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 3: (Granada VIII).....	201
Tabla 4.7. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES máx.	202
Tabla 4.8. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 4: (Granada I=IX).	203
Tabla 4.9. Víctimas por categorías atendiendo a la localización de las lesiones, en los terremotos con epicentro en Sierra Elvira (Granada), para intensidades VIII y IX.	204
Tabla 4.10. Comparación del número de pacientes clasificados por cada categoría, para los casos de Terremoto en Sierra Elvira (Granada) con I=VIII y de I=IX.	209
Tabla 4.11. Contenidos que deben existir en un PSA.	220
Tabla 4.12. Esquema organizativo de la atención y evacuación médica.....	227
Tabla 4.13. Organización del traslado de las víctimas atendiendo a la categoría lesional y a los medios de transporte.	229
Tabla 4.14. Centros Hospitalarios Receptores de la Comunidad Autónoma Andaluza y Centros Hospitalarios Regionales Nacionales	235
Tabla 5.1. Comparación del N° de heridos que pertenecen a cada categoría.....	251
Tabla 5.2. Supervivencia versus tiempo de atrapamiento de las víctimas, (Sheng y Brucyker, 1987).....	258
Tabla A.12.1. Comunidades Autónomas donde son previsibles sismos de $I \geq VII$, según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años. (1995).....	302
Tabla A.12.2. Comunidades Autónomas donde son previsibles sismos de $I \geq VII$,	

según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años. (2004).....	312
Tabla A.15.1. Centros de Salud, Consultorios Locales y Auxiliares del Distrito Metropolitano de la Provincia de Granada	326
Tabla A.17.1. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES mínimo.	339
Tabla A.17.2. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con el modelo IRPINIA.	339
Tabla A.17.3. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con ATC.	340
Tabla A.17.4. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES mínimo.	340
Tabla A.17.5. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con el modelo Irpinia.	341
Tabla A.17.6. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con ATC.	341
Tabla A.17.7. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES min	342
Tabla A.17.8. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada. Simulación realizada con IRPINIA.	342
Tabla A.17.9. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada. Simulación realizada con ATC.....	343
Tabla A.17.10. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES mín.	343
Tabla A.17.11. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada. Simulación realizada con IRPINIA.	344
Tabla A.17.12. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada. Simulación realizada con ATC.....	344

ABREVIATURAS

APA: Asociación de Psicología Americana.

ATC: Applied Technology Council.

AVDN: Alerta, Vaerbal, Dolor, No responde. (En inglés: AVPU)

CAA: Comunidad Autónoma Andaluza.

CECEM: Centro Coordinador de Emergencias 112.

CECOPAL: Centro de Coordinación Operativa Local.

CECOPI: Centro de Coordinación Operativo Integrado.

CCU: Centro Coordinador de Urgencias y Emergencias.

CEISE: Centro Europeo de Investigación Social en Emergencias.

CRA: Cruz Roja Americana.

CTR: Estación Sismológica de Cartuja.

DCCU: Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias.

DGPC: Dirección General de Protección Civil.

DUE: Diplomado Universitario Enfermería.

ECG: Electrocardiograma.

EDAS: Sistemas de Valoración Temprana de Daños (Early Damage Assessment System).

EDS: Escenario de Daños Sísmicos.

EIC: Equipo de Identificación en Catástrofes.

EPES: Empresa Pública de Emergencias Sanitarias.

ERIE: Equipo de Respuesta Inmediata en Emergencias.

EMS: Escala Macrosísmica Europea.

FEMA: The Federal Emergency Management Agency.

GEOBAL: Plan Especial de Emergencias Sísmicas de las Islas Canarias.

GIS, SIG: Sistema de Información Geográfica.

HAZUS: Metodología para la estimación de daños en Riesgos Naturales de la FEMA (Federal Emergency Management Agency) EE.UU.

HC: Hospital de Campaña.

HE: Hospital de Evacuación.

IAGP: Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos.

ID: Índice de Daño.

IFEMA: Parque Ferial Juan Carlos I de Madrid.

Imax: Intensidad máxima.

ISIS: Unidad de Intervención en Desastres del Instituto de Psicoanalítica de Sevilla.

ITGE: Instituto Tecnológico y Geominero de España. Actualmente IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

L:B: Limitación de las funciones básicas.

MMSS: Miembros Superiores.

MMII: Miembros Inferiores.

NCSE: Norma de Construcción Sismorresistente Española.

MPD: Matrices de Probabilidad de Daño.

OPS: Organización Panamericana de Salud.

PAI: Proceso Asistencial industrial.

PAISD: Planes de Atención a la Salud en Desastres.

PCAMB: Puesto de Carga de Ambulancias.

PES: Planes de Emergencia Sísmica.

PESIGRA: Plan de Emergencias Sísmico de Granada.

P.K.: Punto Kilométrico.

PMDA: Puesto Médico Avanzado.

PMS: Puesto de Mando Sanitario.

PNRCP: Plan Nacional de Resucitación Cardiopulmonar.

PSA: Puesto Sanitario Avanzado.

PTEAnd: Plan Territorial de Emergencias de Andalucía.

RCP: Resucitación Cardiopulmonar.

RISMIMUR: Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico en la Comunidad Autónoma de Murcia.

R:V: Riesgo a la Vida.

SAMUR-PC: Servicio de Asistencia Municipal de Urgencia y Rescate. Protección Civil.

SES 2002: Simulador de Escenarios Sísmicos 2002.

SISMICAT: Plan Especial de Emergencias Sísmicas de Cataluña.

TEP: Tromboembolismo pulmonar.

UAD: Unidad de Apoyo ante Desastres.

UEP: Unidad de Estabilización Prehospitalaria.

URQ: Unidad de Rescate Quirúrgico.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1. Terremotos, víctimas y actuaciones sanitarias.

La atención médica urgente en las situaciones de catástrofe con múltiples víctimas, como pueden ocasionar los grandes sismos y también los de magnitud moderada, constituye en la actualidad un reto apasionante desde el punto de vista de las emergencias sanitarias.

Los grandes terremotos amenazan la vida y dañan la propiedad creando una cadena de efectos que trastornan los ambientes naturales y los construidos por el hombre. Una sacudida fuerte y prolongada es un efecto geológico que puede dañar severamente las construcciones o causarles el colapso total. Los movimientos vibratorios de los terremotos pueden inducir efectos geológicos secundarios como la licuefacción del suelo, deslizamientos y peligrosos fallos a las construcciones o desencadenar ondas sísmicas marinas (tsunamis/maremotos) que pueden causar destrozos en las costas a miles de kilómetros del epicentro. Los terremotos también pueden desencadenar grandes efectos no geológicos (por ejemplo, incendios, inundaciones por fallos en los diques, liberación de materiales tóxicos o radiactivos, etc.) que podrían ser aún más catastróficos que los efectos iniciales dichos de las sacudidas.

Durante las décadas 70 y 80, solamente los terremotos han causado más de un millón de muertes en el mundo (Coburn A, 1992). Durante ese siglo, más del 80% de las muertes por causa de los sismos ocurrieron en 9 países (Japón, Italia, Turquía, URSS, Pakistán, Irán, Chile, Perú y casi la mitad en uno, China).

En el siglo XX, los daños sísmicos, lejos de amortiguarse, aumentaron por efecto de la superpoblación y la mala calidad de las construcciones en algunas zonas de riesgo (Roger Bilham, 2002). Especialmente violento fue el terremoto que en 1923 destruyó Tokio, Yokohama y otras ciudades japonesas. Murieron 143.000 personas, la mayoría a causa de los incendios provocados por la rotura de las conducciones de gas. En el siglo XX se produjeron casi dos millones de víctimas mortales (Anexo 3). El alto poder letal de los terremotos puede comprobarse en la tabla 1.1.

La acelerada urbanización de las áreas sísmicamente activas del mundo, cuyas poblaciones alcanzan 20.000 a 60.000 habitantes por kilómetro cuadrado, ha generado una alta vulnerabilidad de tales áreas ante lo que puede provocar un número catastrófico de muertes y lesiones por efecto de terremotos.

Tabla 1.1 Terremotos destructores con más de 50.000 muertes

Fecha	Localización	Muertos	M	Comentarios
Enero 23, 1556	China, Shansi	830.000	~8	
Julio 27, 1976	China, Tangshan	255.000	7.5	<i>Estimados 655,000.</i>
Diciembre 26, 2004	Sumatra (Indon.)	283.100	9.3	Gran tsunami
Agosto 9, 1138	Siria, Aleppo	230.000		
Mayo 22, 1927	China, Xining	200.000	7.9	Grandes fracturas.
Diciembre 22, 856+	Iran, Damghan	200.000		
Diciembre 16, 1920	China, Gansu	200.000	8.6	Grandes deslizamientos
Marzo 23, 893+	Irán, Ardabil	150.000		
Septiembre.1, 1923	Japón, Kwanto	143.000	7.9	Gran fuego en Tokyo.
Octubre 5, 1948	Turkmenistán	110.000	7.3	
Diciembre 28, 1908	Italia, Messina	100.000	7.2	por sismo y tsunami
Septiembre, 1290	China, Chihli	100.000		
Noviembre , 1667	Caucasia,	80.000		
Noviemb. 18, 1727	Irán, Tabriz	77.000		
Octubre 8, 2005	Pakistán, Kashmir	75.000	7.6	Posibles 86.000 muertos.
Noviembre 1, 1755	Portugal, Lisboa	70.000	8.7	Gran tsunami.
Diciembre 25, 1932	China, Gansu	70.000	7.6	
Mayo 31, 1970	Perú	66.000	7.9	Grandes deslizamientos.
1268	Asia Menor, Silicia	60.000		
Enero 11, 1693	Italia, Sibila	60.000		
Mayo 30, 1935	Pakistán, Quetta	60.000	7.5	Quetta, casi destruida
Feb. 4, 1783	Italia, Calabria	50.000		
Junio 20, 1990	Irán	50.000	7.7	Deslizamientos

En los últimos 20 años, el mundo ha padecido terremotos catastróficos con grandes pérdidas de vidas: Ciudad de México, 1985 (10.000 muertes); Armenia, 1988 (25.000 muertes); Irán, 1990 (40.000 muertes); India, 1993 (10.000 muertes), Turquía, 1999 (más de 15.000 muertes); Bam, 2003 (32.000 muertos) Sumatra, 2004 (300.000 muertes) y el de Pakistán, 2005 (75.000 víctimas mortales).

Cada año, en el mundo ocurren más de un millón de terremotos, en promedio, dos cada minuto (Hays WW, 1990). A pesar del notorio progreso científico en sismología e ingeniería sísmica en los últimos años, la meta de alcanzar altos estándares de seguridad contra estos eventos aún no se ha logrado globalmente.

Las catástrofes sísmicas son sucesos de comienzo súbito y no predecible, crean una gran desproporción entre las necesidades y los recursos disponibles y obliga a la intervención de medios extraordinarios. Todos los planes de emergencia y de actuación sanitaria deben dirigir sus estrategias a reducir el impacto de esta desproporción sobre la morbilidad final. Se trata de minimizar daños y sobre todo de salvar el mayor número de vidas.

La experiencia acumulada por los grupos de intervención en grandes catástrofes sísmicas, ha puesto de manifiesto que para poder abordar y resolver con éxito una crisis provocada por un gran terremoto, resulta imprescindible una planificación previa de las organizaciones que han de intervenir en la emergencia sísmica y una formación técnica y operativa de los profesionales implicados.

La intervención multidisciplinar de diversos profesionales en las tareas que se plantean en un terremoto de gran intensidad en la provincia de Granada, las convierten en una actuación amplia y compleja. Además, el caos que crea una situación de estas características suponen un entorno hostil para los que han de prestar asistencia a las víctimas: desorganización, malas condiciones de luminosidad y climáticas, escasez de recursos básicos, interrupción de las vías de comunicación, estrés emocional, etc.

El mejor medio para asegurar una respuesta correcta ante un suceso de este tipo, es disponer de planes de emergencia bien estructurados que dejen el menor margen posible a la improvisación, dando una especial relevancia a las actuaciones de rescate y atención sanitaria.

Para planear una respuesta sanitaria efectiva ante la emergencia sísmica, es también fundamental, realizar un reconocimiento rápido de la extensión de la catástrofe (Coburn, 1992), con el objeto de desarrollar una actuación precoz en el rescate y tratamiento de las víctimas. Antes de que dicha catástrofe suceda, se puede hacer una estimación ciega de daños con programas informáticos que incorporan sistemas de información geográfica (GIS), como nos aporta el Simulador de Escenarios Sísmicos (SES 2002), y cuya aplicación es de gran utilidad a la hora de elaborar un Plan de Actuación Sanitaria ante un terremoto destructor en el Área Metropolitana de Granada.

La supervivencia de las víctimas está directamente relacionada con el tiempo de rescate. En el terremoto de Filipinas de 1990, sobrevivieron el 99% de las víctimas que fueron rescatadas en las primeras 48 horas (Sheng y Brucycker, 1987). En los terremotos de China de 1976, el de Italia de 1980 y el de Armenia de 1988, el 85-95% de todos los supervivientes hallados fueron liberados de los escombros en las primeras 24 horas. Sin embargo la supervivencia de las víctimas de los terremotos de Turquía y China atrapados durante dos a seis días decayó a la mitad (50%).

Dada además la circunstancia del escaso personal médico disponible, es esencial determinar rápidamente el número aproximado de víctimas, la posible localización de los supervivientes y sus posibilidades de supervivencia (triage). En más de 10 terremotos estudiados, el 75% de las víctimas murieron en los primeros 20 minutos, el 85% murieron sin atención y el 95% de todos los rescatados se hicieron por voluntarios.

Existen grandes variaciones dentro de las propias zonas afectadas por un terremoto. Mientras que en ocasiones la mortalidad puede asolar al 85% de la población ubicada cerca del epicentro de un terremoto, la proporción de lesiones y defunciones disminuye a medida que aumenta la distancia entre la población y el epicentro. Asimismo, algunos grupos de edad resultan más afectados que otros: los adultos con buena salud están más a salvo que los niños pequeños y los ancianos, cuyas probabilidades de protegerse así mismo son menores.

El colapso de las edificaciones es la causa de la mayoría de las muertes provocadas por terremotos. Las lesiones más frecuentes (Tabla 1.2) que requieren tratamiento después de un terremoto, están provocadas en su mayoría por daños no estructurales (Coburn, 1992):

Tabla 1.2. Lesiones más frecuentes que requieren tratamiento después de un terremoto.

Heridas y contusiones	30-70%
Fracturas de extremidades	10-50%
Heridas en la cabeza	3-10%
Otros	5%

La mortalidad entre hombres y mujeres en un terremoto suele ser en la misma proporción (48.3% vs. 50%), sin embargo, si se ha encontrado diferencia en la localización de las lesiones entre el género femenino y el masculino en el terremoto de Chile donde fue estudiado (Ortiz, 1983). Así las heridas faciales fueron 2.5 veces menos en las mujeres que en los hombres, las lesiones neurológicas fueron 6 veces menos frecuentes, y lesiones en miembros inferiores una tasa 6 veces superior, sin embargo aún no se han explicado bien estas diferencias.

En los últimos terremotos, (entre ellos los de Armenia 1988, Loma Prieta 1989, etc.), las **complicaciones sanitarias** más importantes fueron:

- Infecciones secundarias de heridas.
- Gangrena, en la que se requiere amputación.
- Sepsis.
- Síndrome de distrés respiratorio del adulto.
- Fallo multiorgánico.
- Síndrome de aplastamiento.

Entre las **patologías post-terremoto** más importantes destacan:

- Infarto agudo de miocardio.

- Aumento de enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión.
- Ansiedad, problemas de salud mental como depresión.
- Enfermedades respiratorias causadas por la exposición al polvo y a las fibras de amianto (asbestos), escombros, etc.
- Cuasiahogamiento causado por inundaciones de presas rotas.

La mayor demanda de los servicios sanitarios se produce en las primeras 24 horas (Coburn, 1992).

Es generalizada la falta de apreciación de los riesgos sísmicos por parte de la sociedad y esta falta de previsión ha motivado verdaderos desastres sísmicos a lo largo de la historia. La seguridad no es solo un privilegio, sino una responsabilidad individual y colectiva. La reducción de desastres sísmicos implica una serie de medidas y estrategias orientadas de un lado a prevenir el impacto destructor mediante normativas sobre condiciones de uso de lugares peligrosos y de construcción sismorresistente, y de otro lado la limitación del grado de los daños y las víctimas mediante el refuerzo de edificios e instalaciones esenciales que han de estar preparadas para actuar en caso de crisis sísmicas (y muy especialmente los hospitales) y también la preparación para una respuesta eficaz ante terremotos dañinos mediante la planificación de emergencias sísmicas, y muy especialmente las actuaciones sanitarias, motivo central de esta tesis doctoral.

2. Aspectos Generales de Riesgo Sísmico.

Dado que en la presente tesis han de manejarse una serie de términos sismológicos y de ingeniería sísmica ligados a los desastres sísmicos, se repasan brevemente una serie de conceptos básicos. Para facilitar la comprensión, en el ANEXO 1 se recoge un glosario de términos de uso más frecuente relacionado con las emergencias sísmicas y en el ANEXO 2 un glosario de términos sísmicos relacionados con las emergencias sísmicas.

2.1. Conceptos previos.

Terremoto o sismo.

Los terremotos o sismos consisten en la liberación súbita de energía debido a la ruptura de una roca en una región limitada de la litosfera terrestre, lo que provoca un movimiento o serie de movimientos transitorios y repentinos del terreno, que se propagan desde su origen en todas direcciones. La energía es transferida en forma de ondas sísmicas, dando lugar a movimientos vibratorios resultado de la deformación del terreno a su paso y que al llegar a la superficie, percibimos como una sacudida sísmica.

Su causa se atribuye a movimientos tectónicos (de mayor a menor escala) que cuando la deformación no se disipa gradualmente se va acumulando hasta superar el límite frágil de las rocas, liberando la energía de forma repentina. Esta relajación de esfuerzos se produce generalmente por causas de origen tectónico: en fracturas; fallas.

La zona de roca que se fractura se denomina *Fuente Sísmica*. Por simplificación, la ubicación de la fuente se asimila a un punto denominado Hipocentro o foco y al punto de la superficie situado justamente encima del foco se denomina Epicentro.

Los terremotos más pequeños que ocurren después de un terremoto se les llama réplicas, y a los que ocurren antes precursores. Las réplicas y los precursores son casi siempre de menor magnitud que el sismo principal.

Ondas sísmicas.

Las ondas sísmicas que se producen en un movimiento sísmico, se transmiten desde el foco a través de la Tierra a velocidades que dependerán de la naturaleza de los materiales que atraviesan y según trayectorias que produzcan un tiempo mínimo.

Las ondas directas se propagan de tres maneras: ondas P, (las más rápidas), ondas S (transversales), más energéticas y causantes de los mayores daños, y ondas superficiales (ver glosario, ANEXO 2).

Causas de la severidad de las sacudidas sísmicas.

Los *efectos de un terremoto* sobre el terreno, las construcciones y las personas, son bien conocidos (Vidal, 2005):

- *Sobre el terreno*: rotura de la falla, licuefacción, movimientos de ladera (Figura 1.1), grietas, flujos de masas, subsidencias, variaciones de caudal de pozos y fuentes, emanación de gases, aludes, etc. Si éstos afectan a las construcciones se denominan “peligros geotécnicos”.
- *Sobre las construcciones*: los daños sufridos en las construcciones (grietas, derrumbes, destrucciones parciales de divisiones, cerramientos, etc. y colapsos), son el resultado de las características del sitio (que modifican las características del movimiento del terreno) y de un conjunto de factores que intervienen directamente en la interacción suelo-estructura y en la vulnerabilidad de las construcciones.
- *Sobre las personas*: en la zona de intensidad baja, alarma o pánico y en las zonas de intensidades altas, además de lo anterior, pérdida de equilibrio y caída al suelo, lesiones por caída de elementos de la construcción, por derrumbes o colapso, y también por efectos inducidos (fuegos, descargas eléctricas, vertido de elementos tóxicos, gases, agua, etc.).



En el terremoto de Alhama de 1884, el pueblo de Guevéjar (Granada) quedó posteriormente destruido por un efecto secundario, el deslizamiento de ladera iniciado por la sacudida sísmica, debido a la plasticidad de las margas y arcillas sobre la ladera en que se asentaba la población. Se formó una fractura semicircular rodeando a la población y comenzó el deslizamiento que poco a poco fue destrozando hasta 129 casas, dejando otras 25 muy quebrantadas. Las fracturas llegaron a tener de 1 a 4 m. de anchura y una profundidad visible de más de 6 metros.

Figura 1.1. Deslizamiento de ladera del terremoto de 1884. El sismo de 1755 (de Cabo San Vicente) también produjo deslizamientos en esta población.

En la tabla 1.3 se establece una correlación aproximada entre tipos de subsuelo y el incremento de la intensidad (Tiedemann, 1992).

Tabla 1.3. Correlación aproximada entre tipos de subsuelo y el incremento de la intensidad (escala modificada de Mercalli, MM)

Tipo de subsuelo	Incremento de la intensidad (MM)
Cuarcitas, Granitos, esquistos y otros tipos de rocas homogéneas duras.	0
Areniscas, conglomerados, gneises, basaltos....	1-2
Aluviales secos	2
Aluviales saturados, cenizas volcánicas	3
Rellenos artificiales, tierras pantanosas, zonas lacustres	3-4

Medida del tamaño y severidad de un terremoto: Magnitud e Intensidad

Magnitud.

La magnitud nos indica el tamaño de un terremoto y mide la cantidad de energía liberada por éste en forma de ondas sísmicas (Richter, 1935); se determina tomando el logaritmo (en base 10) de la amplitud máxima del movimiento del suelo registrado durante la llegada de un tipo de onda sísmica y aplicando la corrección estándar por la distancia al epicentro. Cada grado de aumento significa un aumento de energía de unas 33 veces mayor. Una magnitud 4 no significa un aumento de energía del doble de uno de magnitud 2, sino unas 1000 veces mayor.

Actualmente existen distintas escalas de magnitud, entre ellas las más usuales son la M_w , M_s y m_b . Las dos últimas basan el tamaño del terremoto en el estudio de las ondas superficiales o internas respectivamente, pero es la primera, M_w , la que se considera como mejor medida del tamaño del terremoto, muy por encima de cualquier otra escala de magnitudes, ya que directamente nos indica la cantidad de energía radiada. Es una escala de magnitud basada en el concepto de momento sísmico (M_0). No se han observado instrumentalmente terremotos de magnitud M_w superior a 9.5.

Comparada con otras regiones del globo, la magnitud de los mayores terremotos de Andalucía es moderada.

La Intensidad.

La intensidad nos indica la severidad del terremoto en un lugar afectado por las sacudidas sísmicas, y se estima a través de los efectos producidos en dicho lugar. Usualmente se mide de forma cualitativa a través de la reacción de las personas, el grado de destrozos en las construcciones y las perturbaciones provocadas en el terreno (grietas, deslizamientos, desprendimientos, etc.). Actualmente se puede medir con acelerógrafos. Generalmente la intensidad es mayor en la zona epicentral y va siendo menor cuanto más lejos se esté del epicentro, (debido a la expansión del frente de ondas y a la atenuación).

Para establecer la Intensidad, en terremotos históricos se recurre a la revisión de documentos históricos, noticias en los diarios públicos, documentos personales, informes, etc.; en terremotos actuales se usan registros de aceleración, entrevistas a la población, inspección in situ de los daños y los efectos, etc.

La Intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto (la magnitud Richter, en cambio, es una sola) y dependerá, en cada sitio, de: la energía de terremoto, la distancia de la falla donde se produjo el terremoto, la forma como las ondas llegan al lugar donde se registra, las características geológicas del material subyacente del sitio donde se evalúa la intensidad y el entorno del lugar.

En la tabla 1.4 se establece una comparación entre las escalas de magnitud Richter e intensidad y su correlación con las observaciones de testigos o la energía equivalente en toneladas de TNT.

Tabla 1.4 Relación entre escalas de clasificación de terremotos, energía liberada y daños observados.

Magnitud Richter	Intensidad Mercalli	Energía equivalente (TNT)	Observaciones de testigos
Hasta 3	I-II	<de 181.4 Kg	Difícilmente perceptible
3-4	II-III	Hasta 6 Tm	Vibración como la de un camión cercano
>4-5	IV-V	Hasta 200 Tm	Gente durmiendo despierta
>5-6	VI-VII	Hasta 6.270Tm	Daños en construcciones de ladrillo
>6-7	VIII	Hasta 10 ⁵ Tm	Pánico general
>7-8	IX-XI	Hasta 6.27 ⁶ Tm	Destrucción masiva grandes deslizamientos
8-9	XI-XII	Hasta 20 ⁸ Tm	Destrucción total

La necesidad de medir la intensidad de los movimientos sísmicos es muy antigua, se inicia con las mediciones de los daños y las vibraciones producidas por los sismos, siendo la más conocida la *escala de 10 grados de Mercalli*, que posteriormente fue modificada para hacerla de 12 grados (*escala Modificada de Mercalli*); la *escala MSK* fue presentada en 1964 y la presente *Escala Macrosísmica Europea (EMS)*, (*European Macroseismic Scale*), presentada en 1992 y cuya versión actualizada es de 1998 (Grünthal 1993 y 1998). Los grados de intensidad no son equivalentes a la escala Richter. Los destrozos empiezan a ser importantes a partir del grado VII (EMS) y sobre todo desde el grado VIII.

En la tabla 1.5 se recoge la descripción abreviada de los grados de intensidad según la escala EMS 1998, (Grünthal, 1998) y el ANEXO 4 una descripción más completa.

En la tabla 1.6 se presenta una clasificación de las sacudidas aplicables a terremotos superficiales ocurridos dentro o cercanos al territorio andaluz. (PESI-IAG, 2004).

Tabla 1.5. Escala Macrosísmica Europea (EMS 98) (abreviada)

Grado	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	NO SENTIDO	No sentido, incluso en las circunstancias más favorables.
2	RARAMENTE SENTIDO	La vibración se siente solo por algunas personas dentro de las casas, especialmente en los pisos superiores.
3	DÉBIL	La vibración es débil y se siente solo por pocas personas dentro de las casas. Las personas en reposo sienten un balanceo o ligero temblor.
4	NOTADO AMPLIAMENTE	El terremoto se siente por muchas personas dentro de las casas y por pocas fuera de estas. Unos pocos se despiertan. El nivel de la vibración no es alarmante. Suenan ventanas, puertas y platos. Los objetos colgados se balancean.
5	FUERTE	El terremoto es sentido por la mayoría de las personas dentro de las casas y por pocas fuera. Muchos de los que duermen se despiertan. Algunos corren hacia la calle. Los edificios tiemblan por completo. Los objetos colgados se balancean considerablemente. Figuritas y vasos tintinean con estrépito. La vibración es fuerte. Se vuelcan objetos pesados. Se abren y cierran puertas y ventanas.
6	LIGERAMENTE DAÑINO	El terremoto se siente por la mayoría de las personas dentro de las casas y por muchas fuera. Muchos se asustan y corren hacia la calle. Caen objetos pequeños. Daños ligeros en muchos edificios ordinarios p.e. fisuras en revestimientos y caída de trozos pequeños de revestimiento.
7	DAÑINO	Es sentido por la mayoría de las personas dentro de las casas y por muchas fuera. Muchos se asustan y corren hacia la calle. Los muebles son desplazados y muchos objetos caen de los estantes. Muchos edificios ordinarios sufren daños moderados: pequeñas grietas en muros; colapso parcial de chimeneas.
8	MUY DAÑINO	Los muebles pueden volcarse. Muchos edificios sufren daños: caen chimeneas; aparecen grandes grietas en muros y unos pocos edificios colapsan parcialmente.
9	DESTRUCTOR	Monumentos y columnas se derrumban o se retuercen. Muchos edificios colapsan parcialmente y unos pocos colapsan completamente.
10	MUY DESTRUCTOR	Muchos edificios colapsan.
11	DEVASTADOR	La mayoría de los edificios colapsan.
12	COMPLETAMENTE DEVASTADOR	Prácticamente todas las estructuras sobre y bajo el suelo son severamente dañadas o destruidas.

Tabla 1.6 Clasificación de las sacudidas para terremotos superficiales ocurridos dentro o cercanos al territorio andaluz.

Terremoto	Cód	Clase	M	I más prob.*	Efectos	Grado de alarma
MICROTERREMOTOS	0	MICROTERREMOTOS	<3	≤II	Ninguno	Ninguno
PEQUEÑOS	1	PEQUEÑOS	3ª 3.9	II a IV	Trepidación ruido	Tranquilizador
	2	MODERADOS	4 a 4.9	V a VI	Daños ligeros, fisuras, desprendimientos	Tranquilizador
INTERMEDIO	3	MEDIANOS	5 a 5.5	VI a VII	Desprendimientos, daños graves en construcciones malas	Orientador e instrucciones protección civil
	4	FUERTES	5.6 a 6.5	VII a VIII	Daños de moderados a graves en construcciones. Pequeños deslizamientos	Continuado. Instrucciones protección civil
GRANDES	5	GRANDES	6.5 a 7.5	VIII a IX	Daños graves. Deslizamientos. Grietas en suelos	Continuado. Instrucciones protección civil
	6	MUY GRANDES	>7.5	IX a X	Colapsos y daños muy graves. Grandes deslizamientos. Daños en presas	Continuado. Instrucciones protección civil

* I max más probable dependiendo de la profundidad

2.2 Peligrosidad, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico.

Utilizando como base las definiciones propuestas por la Oficina de las Naciones Unidas para Casos de Desastres –UNDRO (1997)- en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales, DIRDN (OPS, 1993), vamos a definir estos conceptos que están íntimamente relacionados entre sí y que a veces tienden a confundirse o a emplearse incorrectamente.

Peligrosidad Sísmica:

Es el tamaño máximo del movimiento sísmico del terreno esperado en un lugar en un determinado intervalo de tiempo. Varía en una región dependiendo de la cercanía de las fallas activas, del tipo de terreno y de lo propenso que sea este a desestabilizarse. Los daños se concentran típicamente en áreas donde existen suelos poco firmes y donde hay zonas deslizantes, donde la peligrosidad sísmica es mayor debido a efectos de amplificación de la intensidad sísmica, a fenómenos de resonancia y de atrapamiento de energía y a peligros inducidos por la sacudida sísmica como licuefacción, asentamientos diferenciales, deslizamientos etc.

La peligrosidad sísmica en Andalucía es debida a los terremotos que ocurren tanto dentro de su territorio, y en especial en su parte central y oriental, como en los mares cercanos de Alborán y área del Golfo de Cádiz. Dentro de España el área de mayor peligrosidad es la granadina, donde existe mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos severos (aceleraciones de 0.25 g en terreno duro, con una probabilidad del 10% de ser excedidas en un período de 50 años). Si a esto sumamos la amplificación debida a suelos blandos, este valor de aceleración podría casi duplicarse, lo que habla por sí mismo de una amenaza sísmica capaz de producir daños muy graves e incluso colapsos en construcciones de vulnerabilidades alta y muy altas. (Vidal, 2005).

Vulnerabilidad sísmica.

Se define como el grado de daño que pueden sufrir las construcciones en base a un movimiento del terreno de una intensidad dada. Varía en función del diseño del edificio (tanto en planta como en altura), de los materiales empleados (hormigón armado, acero, fábrica de ladrillo, mampostería) de la ejecución de la construcción y en su caso, de la influencia de los edificios colindantes. Es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su comportamiento dinámico. Varía también en función del lugar donde se ubica cada edificio, aunque esto se indica, a veces como factor de riesgo.

Este grado de pérdida o de daño de un elemento en riesgo dado, se expresa en una escala (OPS, 1993) de 0 (*sin daño*) a 1 (*pérdida total*), que resulta de la ocurrencia de un terremoto que afecta al elemento con una determinada intensidad.

Los daños que producen los sismos se concentran consecuentemente en las construcciones más vulnerables, y en aquellos lugares con suelos blandos. Los daños causados por un terremoto son el resultado de varios factores: la fuerza del

movimiento, la duración de la sacudida, el tipo de suelo y el tipo de construcciones. Los daños están íntimamente ligados a la peligrosidad y a la vulnerabilidad.

Riesgo Sísmico.

Se define como el número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y alteración de la actividad económica debida a la ocurrencia de terremotos. Es el resultado de la combinación entre peligrosidad, elementos en riesgo, vulnerabilidad sísmica y tiempo o intervalo de exposición.

Podemos expresar el riesgo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

-Se llama *Peligrosidad, P*, a la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad en un lugar dentro de un periodo de tiempo especificado, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado.

- Se define *Elementos en Riesgo, E*, a las personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado, expuestos a dicho peligro y que pueden ser dañados por el evento.

- *Vulnerabilidad V*, es la propensión de cada elemento en riesgo o sistema a ser afectado por el evento, y se expresa como una probabilidad de daño ante una intensidad dada.

- *La Exposición*, es el tiempo considerado al cual está sometido a un peligro un elemento (o conjunto de elementos en riesgo).

La principal diferencia entre la Peligrosidad Sísmica y el Riesgo Sísmico consiste en que la primera estima las características del movimiento del terreno producidas por el terremoto y el segundo los daños o pérdidas potenciales asociados a las sacudidas sísmicas. La Peligrosidad Sísmica es un concepto con alta connotación sismológica e ingenieril y el Riesgo Sísmico es más socioeconómico.

Los estudios de Peligrosidad Sísmica tienen diferentes métodos de predecir la distribución de las intensidades de la sacudidas sísmicas provocadas por futuros terremotos grandes, utilizando intensidad macrosísmica, aceleraciones, velocidades y desplazamientos pico, intensidades espectrales, factores de amplificación del terreno respecto al zócalo rocoso, etc.

La *Peligrosidad Sísmica* lo que pretende es "determinar el tamaño de las fuerzas o el conjunto de acciones esperadas que afectarán el suelo en un lugar determinado durante sismos futuros" (y que, por tanto, actuarán sobre las construcciones, implicando una capacidad de producir daños).

El *Riesgo Sísmico* es la estimación de daños o pérdidas esperadas. Consecuentemente este daño o pérdida final debida a sacudidas sísmicas futuras es fuertemente dependiente de la vulnerabilidad de las construcciones. Cuando lo que se estiman son pérdidas de personas y sistemas, además de la vulnerabilidad influye lo que se denominan factores de riesgo.

Período de retorno (o de recurrencia), es el intervalo promedio en años en el que se espera que la intensidad del movimiento sobrepase el nivel de referencia con probabilidad del 64%. Es decir, no indica el intervalo de tiempo promedio entre dos terremotos con una intensidad. Este concepto es probabilístico y no implica que el proceso de ocurrencia de terremotos sea periódico, aunque si es cíclico.

2.3. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificaciones esenciales. Hospitales.

Las *edificaciones esenciales* son aquellas instalaciones necesarias, (etimológicamente "esencial" es sinónimo de "necesario") para atender la emergencia y preservar la salud, seguridad y atención de la población después de un sismo. Su funcionamiento en una crisis sísmica es crítica y vital para afrontar las consecuencias derivadas del desastre natural.

El Comité VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995) considera edificaciones esenciales aquellas que son críticas para las operaciones de atención de la emergencia sísmica o bien, como las refiere el FEMA (1999) aquellas vitales para la respuesta ante la emergencia y posterior recuperación del desastre. Según las disposiciones para el desarrollo de códigos sísmicos de edificios americanos (ATC 3-06, 1978), son aquellas donde funcionan instalaciones necesarias en la recuperación posterior al sismo, que deben permanecer en condiciones de funcionamiento durante y después del mismo, visión que es compartida por los organismos SEAOC (1998) y el BSSC (1991). En general, todas las referencias coinciden en señalar como ejemplos de edificaciones esenciales a los hospitales, las estaciones de policías y de bomberos, los centros de control de emergencia, los centros de comunicaciones e inclusive las escuelas, pues juegan un papel fundamental como refugios de los desplazados por daños en sus viviendas (FEMA, 1999).

Las experiencias recientes de sismos fuertes en diversos países (California, 1989; Turquía, 1999; Colombia, 1999; Taiwán, 1999; El Salvador, 2001; Irán, 2003; etc.) y las ocurridas en las últimas décadas han puesto de manifiesto, el alto grado de vulnerabilidad de las edificaciones esenciales, en el sentido que gran parte de estas instalaciones han colapsado estructural o funcionalmente, incapacitándolas para desempeñar las funciones de atención que deben prestar en situaciones críticas de emergencia.

La Norma de Construcción Sismorresistente Española (NCSE-02) recoge una clara lista de construcciones de importancia esencial ordenadas en función de su necesidad en dar un servicio en la emergencia sísmica y en el período de recuperación de los colectivos y sistemas dañados, las denominadas internacionalmente construcciones vitales.

La NCSE-02, para exigir unas condiciones sismorresistentes mayores, las define como aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen tanto las edificaciones esenciales y construcciones vitales, como las construcciones que pueden desencadenar nuevos daños y las construcciones que así se consideren en el

planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas. La tabla 1.7 recoge las construcciones de importancia esencial de la NCSE-02, donde los 7 primeros grupos son los imprescindibles en la emergencia y recuperación en caso de desastre sísmico. En los 4 primeros, imprescindibles en la respuesta urgente inicial, destacan en primer lugar los hospitales y centros de instalaciones hospitalarias

Tabla 1.7. Construcciones de importancia esencial según la NCSE-02.

- Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.
- Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- Edificios e instalaciones industriales incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.
- Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.
- Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

Casos de daños en edificaciones esenciales causadas por terremotos recientes.

Las estadísticas muestran como solo en América, durante las décadas de los 70 y 80, más de 100 hospitales han sido afectados por terremotos, con diferentes niveles de daño, que van desde daños menores que han reducido su capacidad funcional, hasta daños severos que incluso han provocado su colapso total. Esto ha representado importantes pérdidas de vidas humanas y un alto coste económico que en términos de salud pública, ha representado la desaparición de más de 10.000 camas hospitalarias, cuyo valor de reposición a los costes actuales ascendería a más de 700 millones de dólares (OPS, 1993). Estos daños a instalaciones hospitalarias no solo se han producido en los países en vías de desarrollo, sino en países desarrollados como p.e. USA, con una gran historia sísmica y con nivel avanzado en el diseño y construcción antisísmica. Así, en California tras el análisis de daños a hospitales por los terremotos de 1989 (Loma Prieta) y de 1984 (Northridge) se puso en marcha un reconocimiento de la

vulnerabilidad de los hospitales, comprobándose que un 40% estaban en riesgo de sufrir daños graves (e incluso colapsos) por lo que por ley se ha dado un plazo hasta 2030 para que todos los hospitales sean completamente seguros ante sacudidas sísmicas y puedan estar operativos en caso de catástrofe.

A modo de ejemplo, en la tabla 1.8 se muestran los daños sufridos en más de 126 instalaciones sanitarias de 13 países de América como consecuencia de 22 terremotos durante los años 1971 a 1991 (Grases, 1992).

Tabla 1.8. Instalaciones sanitarias afectadas por sismos en América. (1971-1991).

Sismo	Total afectados	Colapsados o irreparables
San Fernando, 1971	9	6
Managua, 1972	2	1
Antigua, 1974	1	0
Guatemala, 1976	4	2
San Juan, 1977	(a)	-
Manizales-Charco, 1979	8	1
Cúcuta, 1981	2	0
San Isidro, 1983	1	0
Popayán, 1983	1	0
Mendoza, 1985	10	2
Chile, 1985	18	2
México, 1985	22	6
San Salvador, 1986	9	1
Carúpano, 1986	1	0
Whittier N., 1987	18	1
Québec, 1988	2	0
Loma Prieta, 1989	7	0
Cubano-Puriscal, 1990	4(b)	-
Limón, 1991	6	1
Pochuta, 1991	1	1

(a) Pérdidas en el sector de salud estimadas en varios millones de USD.

(b) Uno de ellos estaba en proceso de reforzamiento durante el evento.

A continuación se presenta una síntesis de daños a edificaciones esenciales (especialmente en hospitales) ocurridos en algunos de los principales terremotos de las

últimas décadas (Safina, 1998). En estos ejemplos pueden apreciarse como se han dañado instalaciones hospitalarias, produciendo más víctimas, dejando fuera de uso servicios esenciales, y viéndose alteradas las vías de acceso, etc. También otras instalaciones esenciales (como parques de bomberos) se han visto dañadas dejando fallos en la respuesta, impidiendo un rápido rescate y atención de los heridos, perdiéndose lugares de refugio públicos (como escuelas, institutos, etc).

Terremoto de San Francisco, California, USA, 9 Febrero 1971 (Magnitud 6.8)

Varios hospitales sufrieron daños importantes de manera que no pudieron operar y dar atención a los afectados por la crisis sísmica. Las reseñas del terremoto destacan cómo irónicamente la mayoría de las víctimas de la catástrofe acudieron a dos de estos hospitales colapsados, complicando el escenario de atención primaria a las víctimas del terremoto. Entre los hospitales dañados destaca el colapso del *Olive New Hospital*, una nueva instalación abierta al público apenas tres meses antes del terremoto. El *Indian Hill Medical Center*, que no pudo entrar en funcionamiento hasta una semana después del sismo. Severos daños estructurales sufrió el Holy Cross Hospital y tuvo que ser demolido (Rutenberg, 1994). El colapso de una de las alas del "*Veterans Administración Hospital*" provocó la muerte de 49 pacientes, exhibiendo sus muros un agrietamiento diagonal importante (Rutenberg, Jennings y Housner, 1982). También colapsó el *Sylmar Hospital* de reciente construcción (Staehlin, 1997). Graves daños sufrió el *Santa Cruz Hospital*. Pasarelas de peatones colapsaron y se produjeron daños en servicios públicos de todo tipo. Numerosos accesos fueron bloqueados por deslizamientos y desprendimientos de rocas.

El colapso del *Veterans Administration Hospital*, propició la modificación de los criterios de diseño antisísmico por parte de esta administración, al punto que en la actualidad, representa uno de los criterios de diseño sísmico más estrictos en el mundo, y deben ser usados para el diseño de hospitales en California. Con estos criterios se proyectó y construyó el nuevo Veterans Administration Palo Alto Medical Center.

Terremoto de Managua, Nicaragua, 23 Diciembre 1972 (Magnitud 6.5)

El Hospital General fue severamente dañado, siendo necesario evacuarlo para posteriormente demolerlo; todas las columnas del primer piso fallaron (OPS, 1992). El Seguro Social y el llamado Reformatorio también sufrieron daños importantes al igual que el Hospital Militar, aunque este último con menor severidad. La caída del segundo piso del edificio de dos plantas del cuerpo de bomberos atrapó las máquinas, haciendo imposible la extinción de incendios que proliferaron sin medida. El edificio del Distrito Nacional, el Ayuntamiento y la Sede del Gobierno Local de Managua, fueron afectados, sufriendo por segunda vez los efectos devastadores de un terremoto. La Fortaleza del Vigía y la propia Casa Presidencial fueron bastante afectadas, al igual que el edificio principal del Aeropuerto Las Mercedes que finalmente constituyó la principal puerta de entrada de las ayudas internacionales.

Muchos edificios educativos fueron seriamente dañados e incluso algunos colapsaron, entre los que destacan, dos de los tres pabellones del Colegio Pureza de Maria, el Instituto Pedagógico, el colapso del Colegio Americano, el colegio La Divina Pastora y el Instituto Ramírez Goyena, así como el Centro Don Bosco y el edificio (aun en construcción) del Campus de la Universidad Centroamericana. También destacan el

colapso de lugares de reunión pública, como el trágico desplome del Cabaret y la caída del techo de una de las graderías del Estadio Somoza (Estrada, 1973).

Terremoto de ciudad de México, México, 19 Septiembre 1.985 (Magnitud 8.1)

El sistema hospitalario de la ciudad de México sufrió notables daños (Figura 1.2). Colapsaron 5 instalaciones médico-asistenciales y otras 22 sufrieron daños mayores. Al menos 11 instalaciones de la salud tuvieron que ser evacuadas (OPS, 1992). Entre las instituciones de salud que fueron seriamente afectadas destacan: el Centro Médico Nacional donde posteriormente fue necesario demoler varios edificios; el Hospital General de la Secretaría de la Salud donde murieron 295 personas entre funcionarios y pacientes con el colapso del pabellón de Ginecología-Obstetricia y la residencia de estudiantes; el Hospital Benito Juárez donde murieron 561 personas por causa del colapso de un pabellón de varios pisos entre cuyas víctimas se encontraban pacientes, médicos, enfermeros, personal administrativo y recién nacidos (OPS, 1987). Colapso total del Hospital Médico Militar. A consecuencia del terremoto el escenario de atención primaria fue dramáticamente distorsionado al producirse una reducción significativa de camas que superó las 5.800 unidades entre las destruidas y las que fue necesario evacuar (Ríos, 1986).



Figura 1.2. Colapso de un Hospital (Méjico, 1985).

Muchos edificios escolares de la más vieja tipología constructiva que se caracterizaban por presentar altas concentraciones de cargas en columnas relativamente pequeñas (“pilares cortos”) con insuficiente capacidad resistente al corte, colapsaron.

Un número importante de escuelas quedó en malas condiciones, mientras que otro tanto, se desplomaron del todo. La hora a la que ocurrió el sismo permitió que la vida de muchos escolares se salvara (Sarria, 1986).

Terremoto de San Salvador, El Salvador, 1986 (Magnitud 5.4)

A pesar de ser un terremoto de magnitud baja, más de una docena de instalaciones hospitalarias sufrieron daños o fueron afectadas, de las cuales 10 fueron desalojadas y se perdieron algo más de 2.000 camas para la atención sanitaria en la emergencia sísmica. Una de estas instalaciones, el Hospital Bloom se perdió totalmente (OPS, 1992).

Terremoto de Armenia, USSR, 7 Diciembre 1988 (Magnitud 6.9)

La ciudad de Spitak fue totalmente devastada; todas sus escuelas, hospitales, servicios públicos y la mayoría de casas fueron destruidos. El número de heridos fue considerable. Más de 18.000 afectados necesitaron atención hospitalaria. El colapso de las edificaciones educacionales hace que las muertes producidas por este sismo sean especialmente de la población escolar, pues el sismo ocurre a las 11.41 a.m., solo 4 minutos antes que los niños abandonen las aulas de clase. También la ciudad de Leninakan fue testigo del colapso de modernos edificios residenciales, escuelas, edificaciones institucionales e industriales, entre las que destaca, el colapso parcial del edificio principal de *The Technical University*, donde un número elevado de estudiantes quedaron enterrados.

Terremoto de Loma Prieta, California, USA, 17 de Octubre 1989 (Magnitud 7.1)

Daños significativos en edificios de mampostería. Interrupción de los servicios de transporte y comunicación. Numerosos daños en vías, sobre todo en el *Cypress Street Viaduct of Interstate 880*. Las importantes pérdidas económicas por interrupción del funcionamiento de instalaciones y de líneas vitales, ha sido quizás la más importante lección enseñada por este terremoto.

The Palo Alto Medical Center sufrió graves daños estructurales y posteriormente fue sustituido por una nueva edificación. También sufrió importantes daños la estación de bomberos Gilroy Firehouse, un edificio histórico de dos niveles que fue evacuado y posteriormente rehabilitado (Gallegos y Ríos, 1990).

Terremoto de Northridge, USA, 17 Enero 1994 (Magnitud 6.7)

Este terremoto se llegó a sentir en algunas zonas con una intensidad de X (EMS). Se produjo el colapso de líneas vitales. Problemas en vialidad, autopistas y vías elevadas.

Sufrió daños considerables el *Barrington Medical Building*, evidenciando fuerte agrietamiento de corte en columnas, por lo que fue necesario evacuarlo y posteriormente demolerlo. El *Indian Hill Medical Center* sufrió agrietamiento en sus muros y, aunque en la primera evaluación rápida fue declarado como inseguro, permaneció operativo al determinarse después de una pronta y exhaustiva inspección que los daños no eran significativos como para cerrar la instalación. El *St. John Hospital* en Santa Mónica fue evacuado y cerrado.

En Los Ángeles y en las cercanías del epicentro, varios hospitales fueron severamente dañados por sus bajos requerimientos de diseño y/o insuficiente refuerzo. De hecho, la mayoría de estos hospitales fueron puestos fuera de servicio debido a la cantidad de daños en componentes no estructurales y daños en el sistema de rociadores de agua contra incendio. El reconstruido *Olive View Hospital* resistió sin serios daños estructurales aunque su contenido fue severamente dañado, presentando daños no estructurales (Qeleri, 1996) al igual que el *Holy Cross Medical Center*, el *Granada Hills Community Hospital* y el *Northridge Hospital Medical Center*, los cuales se vieron obligados a interrumpir sus servicios y evacuar a los pacientes (Goltz, 1994). Eidinger y Goettel (1997), presentaron un resumen de daños sobre componentes estructurales y no estructurales en Hospitales.

El *University of Southern California Teaching Hospital* (USC Hospital) y *Los Angeles Fire Command and Control Facility* (FCCF), dos de las estructuras sísmicamente aisladas, no presentaron ningún tipo de daños permaneciendo completamente operativas durante y después del evento (Nagarajiah y Sun, 1996).

Varias edificaciones educativas sufrieron severos daños obligándoles a cerrar sus actividades. Entre las más severamente afectadas estaban dos escuelas superiores, cuatro escuelas medias y dos elementales. De las 75 escuelas dañadas, 33 permanecieron cerradas más de una semana (Goltz, 1994).

Terremoto de Kobe, Japón, 17 Enero 1995 (Magnitud 7.2)

Cuantiosos daños en estructuras y su equipamiento. Problemas severos con el sistema de transporte, sobre todo con las líneas de ferrocarriles, los puentes y las autopistas elevadas. Asimismo los destrozos en edificaciones provocaron el colapso de calles. Todos estos daños a vías de comunicación impidieron una actuación temprana de los servicios de rescate y de atención sanitaria en algunos barrios, siendo los voluntarios los que tuvieron que asumir estas labores. Más de 80.000 edificios fueron afectados por el sismo y miles destruidos por incendios posteriores. Además los fuegos impidieron una oportuna actuación de rescate en determinados lugares. Varias instalaciones esenciales quedaron afectadas entre las que destaca el colapso de un ala del hospital de Kobe. Este terremoto fue una lección dramática sobre la importancia de la operatividad de las vías de comunicación en actuaciones de emergencias. Esta lección debe ser aprendida para Granada ciudad y los pueblos del área metropolitana.

Sismo de Umbria-Marche, Italia, Septiembre-Octubre 1.997 (Magnitud 5.8)

Una sucesión de al menos 5 eventos con magnitudes similares al evento principal, provocaron importantes daños estructurales y no estructurales en al menos una docena de hospitales de la región afectada, evidenciando una pobre respuesta sísmica de estas instalaciones tomando en cuenta los bajos niveles de intensidad de los eventos, lo cual trajo como consecuencia la clausura de varios hospitales. El más afectado fue el Hospital de Assisi que mostró daños en las columnas, con agrietamiento y colapso de muros que impidió el funcionamiento del mismo. Otros como el Hospital de Trevi, Tria, Foligno y Camerino sufrieron niveles de daño que limitaron su funcionalidad. Finalmente los Hospitales de Gualdo Tadino, Gubbio, Montefalco y Spello, sufrieron daños menores que les permitió mantener sus funciones (Di Pascuale, 1997).

Sismo de Izmit, Turquía, 17 Agosto 1.999 (Magnitud 7.4)

El terremoto Mw 7.4, que sacudió Turquía occidental el 17 de agosto de 1999 (también conocido como el terremoto de Izmit o de Kocaeli), ocurrió en una de las fallas (la de Anatolia) más grandes y estudiadas del mundo. Esta falla es muy similar a la de San Andrés en California.

Colapsaron varios miles de edificios y decenas de miles sufrieron importantes niveles de daños (Figura 1.3). La gran mayoría de estos edificios eran de reciente construcción y diseñados incorporando prescripciones sismorresistentes, pero con una realización de la construcción de mala calidad, ya que investigaciones posteriores evidenciaron deficiencias tanto en los materiales como en los controles.

Entre los aspectos más significativos de este sismo destacan los cuantiosos daños inducidos a edificios por su proximidad a la traza de la falla, los daños en la refinería Tiipras en Korfez y otras plantas petroquímicas, con los incendios posteriores.

Muy importante fue el número de víctimas y afectados, con más de 15.000 muertos y aproximadamente 24.000 heridos hospitalizados, debido principalmente al colapso en edificaciones. Los daños en la subestación eléctrica de Adapazari, el acueducto de Izmit, la base naval en Golcuk, así como en puentes, autopistas y carreteras que limitaron las labores de rescate y de atención a la emergencia (EQE, 1999; MCEER, 1999).



Figura 1.3. Edificios destruidos en un barrio en el que los más antiguos resistieron. Turquía 1999.

Sismo de Chi-Chi, Taiwan, 21 Septiembre 1.999 (Magnitud 7.6)

El Hospital de Veteranos en Puli sufrió significativos daños tanto estructurales como no estructurales, a pesar de ser el edificio más nuevo del centro médico. El número de afectados se estimó en 2.400 muertos y 10.420 heridos, de los cuales aproximadamente 1.000 presentaban un estado tal que requerían hospitalización (EERI, 1999). Daños en puentes y otras infraestructuras de comunicación. Daños también en presas, lo que desencadenó nuevas amenazas.

Es de destacar la coordinación y actuación de los sistemas de emergencia que se encuentran integrados en una sofisticada red digital sísmica que proporciona información en tiempo real de los efectos del sismo (Goltz, 1999).

Sismos de El Salvador, 13 Enero y 13 Febrero 2.001 (Magnitudes 7.6 y 6.6)

Hubo gran cantidad de víctimas y de daños materiales, con más de 1.100 muertos como consecuencia de los dos eventos principales. Interrupción de servicios públicos. Las líneas vitales de las áreas rurales experimentaron un comportamiento pobre. Interrupciones por deslizamientos de tierra limitaron la capacidad de movilización por carreteras y autopista (EERI, 2001). Como consecuencia del primer evento, fueron afectadas 113 instalaciones de salud, entre las que se encontraban 19 hospitales (63% de la infraestructura hospitalaria), quedando fuera de servicio aproximadamente 2.021 camas que representan el 40% de la disponibilidad. El segundo evento agravó la situación en el sistema de salud, afectando 46 instalaciones de salud, entre las que se encontraban 7 hospitales (23%), de los cuales fue necesario evacuar a tres de ellos, quedando otras 273 camas fuera de servicio. Todas estas instalaciones de salud experimentaron distintos grados de daño, pero ninguno alcanzó a colapsar estructuralmente (OPS, 2002).

Sismo de Afyon, Turquía, 3 Febrero 2.002 (Magnitud 6.2)

Colapso de más de un centenar de edificaciones, con 54 muertos y 174 heridos. Daños menores en instalaciones esenciales, aunque se presentó una situación de caos en la gestión de la emergencia sísmica (EERI, 2002).

Lecciones aprendidas de los casos analizados

- La primera conclusión es que el colapso o el fallo de edificaciones hospitalarias causa por sí mismo daños a personas e impide la asistencia sanitaria en un caso de demanda masiva de servicios hospitalarios. La pérdida de operatividad de los servicios estratégicos en las emergencias a consecuencia de sacudidas sísmicas fuertes, son asimismo un impedimento de una serie de actuaciones sanitarias urgentes.
- Otras instalaciones esenciales como escuelas, centros de coordinación, centros de emergencias...etc, son estrictamente necesarias en emergencias sísmicas.
- La importancia de tener vías expeditas para las acciones de salvamento y hospitalización para que estas se puedan ejercer con suficiente prontitud y eficacia; en el caso de desastres sísmicos, es sumamente importante realizar las citadas acciones dentro de las 24 primeras horas, donde la supervivencia es

mayor (si se les aplica atención sanitaria), decreciendo rápidamente en las horas siguientes, sobre todo después de las 48 horas.

- Otra conclusión relevante es que estos daños y/o pérdida de operatividad de servicios e instalaciones vitales no solo se producen en grandes terremotos, sino que, si los edificios o sus instalaciones tienen una vulnerabilidad alta, los daños aparecen incluso en terremotos de magnitud baja ($M < 6$).

2.4. Prevención de Desastres Sísmicos.

Desastre Sísmico. Es una ruptura grave del funcionamiento de una sociedad originada por un terremoto, que causa un gran número de pérdidas humanas, materiales y ambientales que exceden la capacidad de la sociedad afectada para protegerla solamente por sus propios medios, (Castillo, 2005).

Reducción de Desastres Sísmicos. Es la determinación de controlar el impacto sísmico mediante una serie de estrategias y medidas orientadas a evitar o limitar el impacto negativo.

Prevención de Desastre Sísmico. Medidas orientadas a eliminar la posibilidad de los efectos destructores mediante la restricción del uso de sitios peligrosos.

La estrategia de la prevención y reducción de desastres sísmicos tiene cinco pasos fundamentales (*Internacional Strategy for Disaster Reduction -ISDR-, 1987*):

- 1) Estimar las características del movimiento del terreno: Conocer los peligros y amenazas a que estamos expuestos; estudiar los fenómenos para saber dónde, cuándo y cómo nos afectan, estimar las características de las sacudidas en movimientos fuertes del suelo para poder establecer unas zonificaciones a escalas nacional, regional y municipal (microzonificación), para el pronóstico de distribución de intensidades sísmicas y para la ordenación y planificación del territorio.
- 2) Identificar y establecer a escala nacional, regional y municipal, las características de la respuesta de las construcciones y los grados de daño esperables para el desarrollo de normativas sismorresistentes, el refuerzo de construcciones y el desarrollo de escenarios de daños sísmicos.
- 3) Identificar y establecer a nivel nacional, regional y municipal, los niveles actuales de riesgo sísmico para una adecuada planificación de la gestión de desastres y la reducción de riesgos. El riesgo sísmico, como veremos más adelante, es el producto de la peligrosidad sísmica (agente perturbador) por la vulnerabilidad (propensión a sufrir daños) y por la exposición del elemento en riesgo (sistema afectable).
- 4) Diseñar programas y aplicar acciones para mitigar y reducir estos riesgos antes de la ocurrencia de los fenómenos sísmicos, a través del reforzamiento y adecuación de las construcciones e infraestructuras.
- 5) Desarrollar una planificación de emergencias sísmicas a diferentes niveles (nacional, regional y municipal), y ante diferentes escenarios de daños sísmicos;

formar al personal que se ha de involucrar en dichas emergencias y en la restauración de los elementos afectados y preparar a la población para que sepa qué hacer antes, durante y después de un terremoto.

Limitación de Desastres Sísmicos.

- ***Mitigación.*** Control del estado de los edificios mediante mejoras o refuerzos.
- ***Preparación.*** Organización de las instituciones y de la población para dar una respuesta efectiva al impacto de los terremotos.

Los terremotos son inevitables pero la estimación de la peligrosidad sísmica y su aplicación a la ordenación del territorio y el refuerzo sismorresistente de las construcciones, puede reducir los daños y las pérdidas debidas a futuras sacudidas sísmicas violentas. La estimación de los daños y víctimas sirve para una planificación adecuada de las emergencias y de las actuaciones sanitarias evitando la falta de recursos y las acciones improvisadas e insuficientes.

3. Peligrosidad y riesgo sísmico en el área metropolitana de Granada.

3.1 Encuadre geográfico, geológico y sísmico.

Localización geográfica.

La Depresión de Granada se encuentra en una zona rodeada de relieves significativos: al sur por la cordillera de Sierra Nevada, la más alta de la península; al este por las Sierras de Huétor y Parapanda y al Oeste por las Sierras de Loja, Gorda, Tejada y Almiar, que conforman una frontera natural con la provincia de Málaga.

La ciudad de Granada se encuentra en el borde E de la Depresión y en las colinas cercanas del Albaicín, la Alambra, Alixares y el Serrallo. Orográficamente, la mayor parte del término municipal se extiende por la vega, a la cual da su nombre, aunque buena parte de él ocupa los relieves situados al este de la ciudad. La ciudad de Granada es el centro de la actividad provincial a todos los niveles (administrativo, político y judicial).

Análisis demográfico.

La provincia de Granada representa el 11,07 % de la población de la Comunidad Andaluza, con un considerable descenso en el crecimiento vegetativo en los últimos años, que en algunas regiones se ha visto compensada por la inmigración interna y externa.

El municipio de Granada tiene una extensión superficial de 88 Km² y una población de 245.640 habitantes (www.ine.es/pob96/pobframe.htm), lo cual nos da una densidad poblacional de 2.781,67 hab. /Km².

En el ámbito provincial, la población en el año 1999 era de 813.061 personas, para una extensión de 12.529 Km², lo que nos indica que existe una notable concentración de la población en torno a la capital, puesto que el 30,11% de esta se concentra en el municipio de Granada. Si además tenemos en cuenta el área metropolitana en una superficie de aproximadamente el 2 % del total provincial se concentra el 60 % del total de la población de la misma.

Es importante conocer también los principales sectores que influyen de manera significativa en los aspectos poblacionales de la localidad, y que son un motor fundamental de la economía de la ciudad, como son el turismo y la Universidad, ambos muy importantes a la hora de tener en cuenta el número de personas que podrían verse afectadas ante un terremoto destructor en el municipio de Granada.

Las visitas turísticas incrementan de manera notable la población de hecho. En el año 2003, el número de visitantes ascendió a 2.029.322 lo que supone una media diaria de 5637 visitantes/día, para una estancia media de 2,03 días/visitante (Consejería de Turismo y Deportes. Junta de Andalucía), aunque la distribución no es uniforme a lo largo del año.

Al igual que el turismo, la Universidad aumenta considerablemente la población flotante, además con un carácter más permanente, ya que las estancias se prolongan a lo largo del año, (más de un 80%). La Universidad de Granada es una de las más antiguas de España, fundada en 1531 y cuenta con una gran tradición. En el curso 2003-2004 se matricularon 82.596 alumnos, de los cuales aproximadamente la mitad provenían de fuera de Granada, lo que supone un aumento en la población flotante más de 25.000 personas (Servicio de Estadística de la Universidad de Granada).

En cualquier caso es muy difícil estimar los individuos que cada día se encuentran en la ciudad, ya que es prácticamente imposible determinar el número de personas que realizan su vida en Granada, estando censados en las llamadas “ciudades dormitorio”. De modo que a efectos prácticos, se va a establecer la valoración del riesgo acogiendo para el área de influencia todos los municipios (Tabla 1.9) que se encuentren a no más de 10 Km. de la capital, (como se recoge en el Estudio de Riesgos Naturales del Municipio de Granada).

Todos estos aspectos son muy importantes a la hora de estimar el número de personas que pueden encontrarse en la ciudad durante la ocurrencia de un movimiento sísmico de gran intensidad. En definitiva, tras los datos analizados y sobredimensionándolos ligeramente como factor de seguridad, la población a tener en cuenta en el área Metropolitana se fija alrededor de 450.000 habitantes. Si solo se tuviera en cuenta exclusivamente la población censada (población de derecho), se infravaloraría la población de hecho susceptible de ser afectada por un terremoto y sus réplicas. Si se tiene en cuenta también toda la población afectada por un terremoto con epicentro en Sierra Elvira, la población alcanzaría a más de medio millón de personas.

Tabla 1.9. Población de los municipios situados a no más de 10 Km de Granada capital. (Instituto de Estadística de Andalucía, IEA)

Municipio	Población	Municipio	Población
Albolote	12916	Jun	1724
Alfacar	4333	Maracena	14331
Alhendín	4223	Monachil	5067
Armillá	13706	Nívar	651
Atarfe	11220	Ogijares	8502
Cájar	3243	Otura	4058
Cenes de la Vega	5043	Peligros	7380
Cúllar Vega	6669	Pinos Genil	1159
Dílar	3171	Pulianas	3835
Las Gábias	1510	Santa Fé	12740
Gójar	8338	Víznar	742
Guevéjar	1507	Zubia	12826
Huetor Vega	8575	Total	160971

Encuadre geológico.

Granada geológicamente se encuadra en el contexto de la depresión a la que da su nombre; es una de las cuencas neógenas de la Cordillera Bética y está situada en su sector central. La Cordillera Bética, junto con el Rif en el Norte de Marruecos, constituye la parte más occidental de las cadenas alpinas Mediterráneas. Ocupa el sur y sureste de España a lo largo de unos 600 Km. desde Alicante a Gibraltar y con unos 200 Km. de ancho desde la cuenca del Guadalquivir hasta el mar, (Sanz de Galdeano C., 1990). La cuenca de Granada es una de las cuencas mejor conservadas en el entorno de las Béticas; es una cuenca intramontañosa formada a partir del Mioceno superior en el contacto entre las zonas internas y externas, siendo por tanto claramente posterior a la tectónica de los mantos de las Cordilleras Béticas. Sin embargo desde el Tortonense a la actualidad se han producido deformaciones que son las responsables de la actividad sísmica actual, (Vidal, 1986).

Centrándonos de nuevo en el sector que nos ocupa, todo el borde occidental de las sierras que bordean la ciudad de Granada por su zona este, está formado por un conjunto de fallas normales de dirección NO-SE, aunque con muchas desviaciones locales, (Figura 1.4). Son sin duda las que mayor salto tienen en la depresión de Granada, pero sus desplazamientos se produjeron sobre todo durante el Neógeno. Cuatro son las fallas o sistemas de fallas más importantes en este sector (Sanz de Galdeano, 2001):

1. **La Falla del Fargue.** Se observa bien desde las proximidades de Jun, pasa por el Fargue y llega hasta la Abadía del Sacromonte.
2. **La Falla de Granada.** Situada más hacia el oeste, atravesando la ciudad. En realidad son las fallas que afectan a Granada, especialmente al barrio del Albaicín, pero se da este nombre a la que desde el sur pasa por las proximidades de Monachil, sigue por el pie de la colina de los Rebites (donde se

encuentra la boca occidental del túnel de la carretera de la Sierra), sigue por el pie del Albaicín, llega a la Cartuja y toma una dirección más nortada, hasta los alrededores de Jun.

3. **La Falla Gabias-Santa Fé.** Más al oeste, ya en la vega y en su límite con los primeros relieves de este sector, aparece otra falla normal, de dirección NO-SE como las anteriores y antitética a estas. En realidad deben ser diversas fallas, aunque no se observen claramente en superficie y no cabe duda de que son activas actualmente. Tienen también asociada bastante sismicidad. Junto con las anteriores conforman la cubeta de Granada.
4. **Fallas del sector Sierra Elvira.** En el borde occidental de Sierra Elvira, hay varias fallas muy activas con sismicidad asociada (en superficie solo se observa una falla; las restantes están cubiertas por sedimentos cuaternarios). Estas fallas determinan una zona que ha sufrido una gran subsidencia durante el Plioceno y Cuaternario debida a la actuación de las mismas, de manera que las calcarenitas bioclásticas, que son sedimentos marinos someros, están actualmente en algunos puntos, varios cientos de metros por debajo del nivel del mar. Presenta, junto con su continuación hacia Granada, la mayor concentración de terremotos de la cuenca

La figura 1.4 muestra las principales fallas que afectan a la depresión de Granada, donde se reflejan los desplazamientos ocurridos en el período neotectónico. Como se puede observar, algunas de ellas son bastante extensas, sobre todo la orientada de N70E hasta E-W.

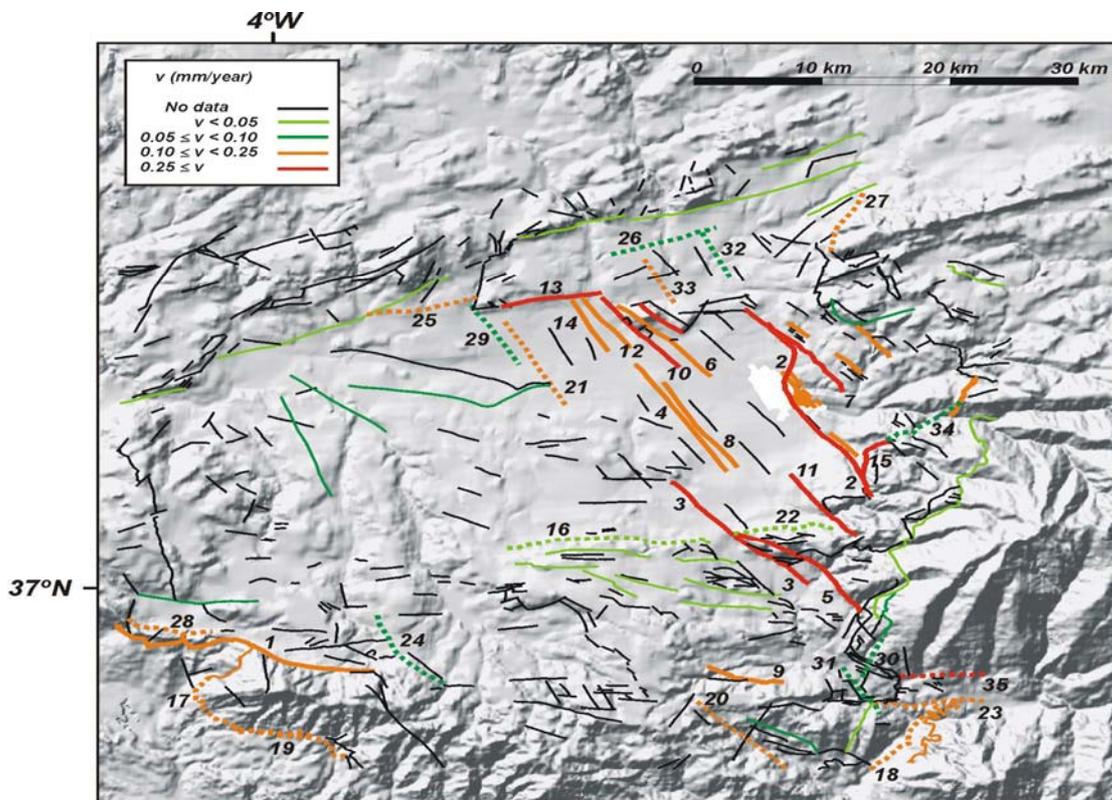


Figura 1.4. Principales fallas de la cuenca de Granada y las velocidades de deslizamiento conocidas (López Casado et al, 2002).

3.2. Sismicidad histórica de Granada.

La corteza terrestre se puede dividir en zonas sísmicamente activas y zonas estables, según la distribución de terremotos a lo largo de la historia y de los movimientos tectónicos recientes. Las franjas activas están situadas en algunos márgenes de continentes y en las cordilleras submarinas. Podemos clasificar las zonas más activas de la corteza en función de los movimientos relativos existentes entre ellas: La *primera zona* es el cinturón del Pacífico, donde se han producido grandes terremotos destructores, entre ellos los de mayor magnitud registrados reciente (Chile 1960, Mw = 9.5, Alaska 1964, Mw = 9.4 en la escala de Richter). La *segunda región sísmica* es la Mediterráneo-Himalaya (o zona alpina), que se extiende desde las Islas Azores hasta la costa E del continente Asiático. En esta región se dan terremotos muy destructores, con gran número de víctimas, como p.e. los de Izmit, 1999, Bam 2003, Sumatra 2004, Pakistán 2005, etc. La *tercera región*, de gran actividad, sería la constituida por las dorsales mediooceánicas, con terremotos superficiales.

El sur de la Península Ibérica se sitúa en el cinturón Mediterráneo-Himalaya. En la actualidad la placa Euroasiática se desplaza hacia el este respecto a la africana entre las Azores y Gibraltar, generando un movimiento de compresión desde Gibraltar hasta Sicilia. La zona de las Béticas, donde se encuentra la Depresión de Granada, es una zona de riesgo sísmico moderado a escala global, ya que su actividad es menor que la de otras zonas del área Mediterránea (Argelia, Italia, Balcanes, Grecia y Turquía).

Los estudios de sismicidad histórica son de gran importancia para el conocimiento de las características sismotectónicas de una región, e imprescindibles para una determinación fiable de la peligrosidad sísmica, sobre todo en regiones con actividad moderada o baja.

En el sureste español, en general con actividad sísmica moderada en el encuadre global, se han producido terremotos históricos que han llegado a ser muy destructores por tener focos superficiales, por los fenómenos de amplificación local y por la alta vulnerabilidad de la mayoría de las construcciones de la época, (Vidal, 1.986).

Las noticias sobre terremotos anteriores al 800 que afectaron a Andalucía son escasas y ambiguas. Casi todas se refieren a grandes terremotos del Golfo de Cádiz y del SW de Cabo San Vicente cuyos efectos al ser tan notables y tan extensos hicieron confusa la interpretación de los mismos por los cronistas medievales. En el ANEXO 5 se recogen los principales terremotos destructores de Andalucía.

En el mapa de la figura 1.5 se representan los principales terremotos de la península Ibérica ocurridos en los últimos 1000 años, junto con las magnitudes e intensidades alcanzables.

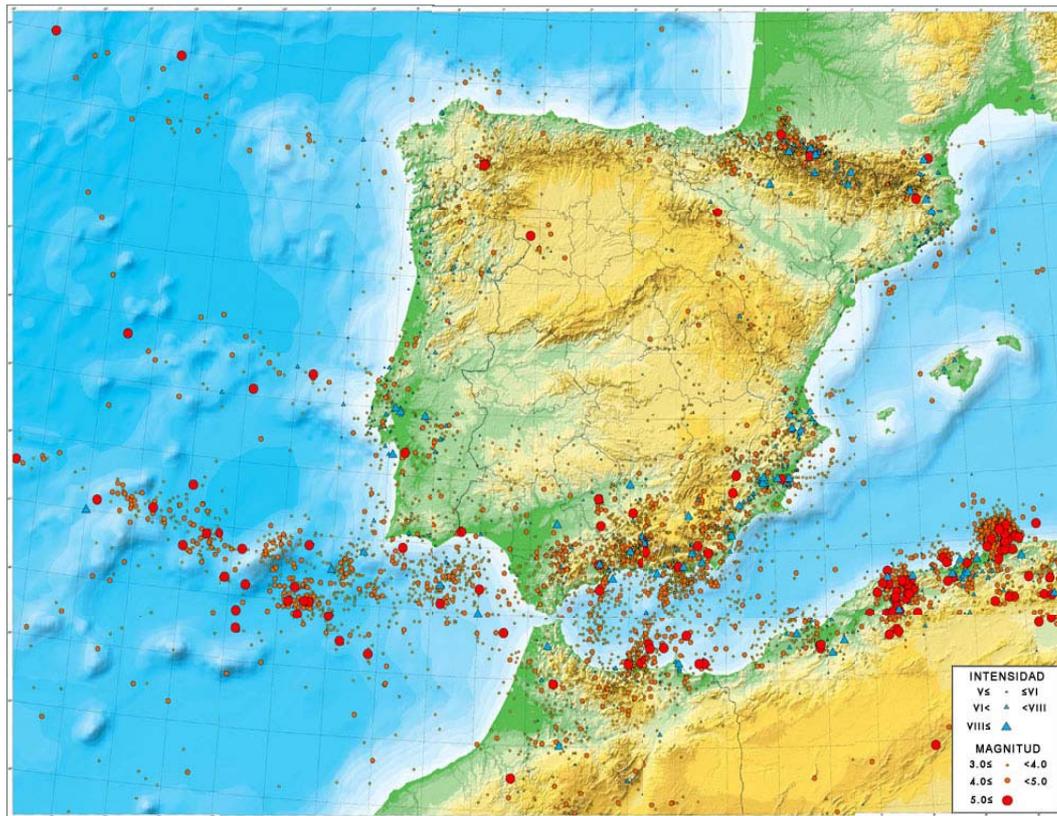


Figura 1.5. Terremotos del área Iberia-Magreb (1048 – 2003)

Terremotos de los siglos XV al XVIII

Encontramos datos suficientes sobre terremotos a partir del **siglo XIV**, aunque también se describen violentas sacudidas en el **siglo IX al XII** (Poirier y Thaher, 1980; Sánchez Navarro-Neuman 1917,1921; Vidal, 1986). Entre estos mencionaremos los terremotos más importantes, destacando los que han afectado al territorio granadino.

En **1431**, dos grandes terremotos afectaron al Sur de España. El primero se fecha el 24 de Abril de ese año y “afectó a Castilla, Granada y Aragón, costas de Levante y hasta algunas provincias del sureste de Francia, y quedaron en ruinas muchas casas y suntuosos edificios y murieron muchas personas”, (Galbis, 1932). En realidad debieron ser varios terremotos ocurridos en diferentes lugares. El segundo, muy cercano en el tiempo, se sitúa a finales del mes de Junio o principios de Julio (de 1431), momento en que las tropas cristianas asediaban Granada, e hizo desistir a las fuerzas cristianas de su intento por entrar en la capital del Reino Granadino. Los historiadores castellanos se asombran de que el Rey de Castilla (Juan II) no concluyera la conquista tras la batalla victoriosa de la Higuera y firmara apresuradamente la paz con los granadinos, a pesar de quedar gravemente dañadas las murallas de la ciudad. En un manuscrito árabe del siglo XV, (estudiado por Emilio García Gómez), se recogen gran cantidad de noticias sobre la Alhambra, según este manuscrito el palacio de los Abencerrajes fue destruido en este terremoto. Poirier y Taher (1980) hablan de daños graves en las murallas y en otras partes de la ciudad, lo que implicó una intensidad muy alta. La cercanía en el tiempo entre ambos terremotos del año 1431, llevó a algunos investigadores a pensar confundidamente que se produjo uno solo, (Espinar, 1994).

Este sismo debió alcanzar al menos el grado IX, lo que nos indica que aunque con periodos de recurrencia largos una intensidad IX es esperable que sacuda la ciudad y su entorno, y que haya de plantearse seriamente medidas preventivas (como hace la Norma Sismorresistente NCSE-02) y medidas de emergencia, entre las que destacan las actuaciones sanitarias planificadas.

Los terremotos de Andalucía a partir del *siglo XVI* tienen una documentación más abundante, aunque poco considerada y analizada.

En **1504**, un terremoto causó una intensidad de grado IX en Carmona y alrededores, sobre todo en la zona próxima de la depresión del Guadalquivir, (Vidal, 1986 y Espinar, 2006).

En **1518** un terremoto ocurrió en la zona del Levante almeriense, alcanzando una intensidad VIII en el área comprendida entre Cuevas de Almanzora y Mojácar, y alcanzando una intensidad local de IX en la población de Vera que fue completamente arrasada, junto con su fortaleza y murallas, (Vidal 1986). Este terremoto fue seguido por una réplica casi tan violenta como el primero que alcanzó en Vera el grado VIII.

En **1522**, Almería capital sufrió una violenta sacudida que causó graves daños en una extensa área, desde Ugíjar (Granada) a Vera (Almería) y desde el mar de Alborán hasta Guadix y Baza. El terremoto fue tan devastador, que la ciudad de Almería quedó convertida en ruinas, alcanzando una intensidad IX-X o incluso de X, ya que afectó gravemente a la fortaleza y a las murallas de la ciudad.

Entre los *sismos granadinos*, destacamos los del 4 de Julio de **1526**, “*a las 11 y a las 4 de la mañana tembló la tierra de Granada, mas el Emperador que estaba en la Alhambra, ni se alborotó ni se levantó, si bien los de su casa se espantaron*”. (Prudencio de Sandoval, 1618). Velázquez Echevarría (1767) dice que “*hizo caer muchas torres de la ciudad entre ellas la de Turpiana..., de la que se desprendió una campana*”, es muy probable que esta última solo sufriera destrozos, ya que de no ser así los historiadores de Carlos V lo hubieran reseñado. No se dan datos de los edificios, por lo que no debieron sufrir graves daños. (I =VII-VIII como máximo). El terremoto fue más dañino en la parte baja de la ciudad, donde estaba la reina (Vidal, 1986), indicando posiblemente un efecto amplificador del suelo.

El 30 de Septiembre de **1531** ocurrió en Baza un terremoto de I=IX, que destrozó casas, torreones, iglesias, monasterios, el Hospital y la Alcazaba. Causó en la ciudad más de 1000 muertos y en Benamaurel “... no quedó en pie más que un mesón” (Magaña Bisbal, 1978). La tasación de los daños se hizo por orden de Carlos I, resultando esto ser de unos 10 millones 45.950 maravedíes, haciendo el rey la gracia de las alcabalas de la ciudad y su partido por 10 años. Este terremoto no aparecía en los catálogos de Neumann (1920) y de Galbis (1932).

Durante el *siglo XVII*, se notaron muchas sacudidas en Sevilla, Almería y Málaga, siendo el terremoto más importante el de Málaga de **1680**, que causó destrozos muy graves en los pueblos alrededor del río Guadalhorce y en la propia ciudad de Málaga, donde causó al menos 70 muertos y unos 250 heridos (Udías, 1983). Generó un pequeño tsunami.

En el **siglo XVIII** el sismo que destaca entre todos fue el del 1 de Noviembre de **1755**, que se sintió en Portugal, España, Francia y Marruecos. Causó daños graves en el sur y centro de Portugal, sobre todo en Lisboa, y en España en la zona del Golfo de Cádiz y en el valle del Guadalquivir hasta Sevilla. Fue un movimiento sísmico de gran duración (varios minutos) debido a su gran magnitud (≥ 8.5). El evento causó deslizamientos en el pueblo de Güevéjar. Su efecto más devastador fue un gran tsunami que afectó a las costas portuguesas y del Golfo de Cádiz. Este sismo afectó a toda España y causó destrozos también en Portugal.

Terremotos granadinos del siglo XIX.

En el **siglo XIX** los sismos son mejor conocidos y la documentación existente es a veces muy abundante. Ocurrieron tres terremotos importantes, 1804, 1806 y 1884, estos dos últimos con epicentro en la depresión de Granada.

Los terremotos de 1804.

-El *sismo del 13 de Enero*, a las 17.30 h, sintiéndose en una amplia área del Sur de Andalucía y fue perceptible hasta en Madrid y Orán, causando pequeños destrozos en Melilla y otros mayores en Motril ($I_{max} = VIII$), donde se sintieron numerosas réplicas, y en Salobreña. En Granada, según consta en los archivos de la Catedral, se agrietaron las bóvedas de ésta y hubo daños en columnas y cornisas, que se mandaron reparar. En la Basílica de las Angustias se agrietó la media naranja de su último cuerpo. El Ayuntamiento acordó dar gracias por no haberse verificado en Granada desgracias ni ruinas algunas. De ahí que no se superase el grado VI (MSK) en Granada. Los terremotos se siguieron sintiendo en la costa en los meses de Enero, Febrero y Marzo (Vidal, 1986). Posadas et al (2006) han evaluado su magnitud en 6.3.

-El *día 25 de Agosto* a las 8.30 h fue el sismo más destructor de este año, sintiéndose desde Almería a Motril. El pueblo de mayores destrozos fue Dalías ($I=IX$), donde todos los edificios quedaron en ruinas, habiendo discrepancias en el número de víctimas mortales que oscila según los autores entre 267 y 200, y Berja, donde sufrieron más las casas situadas en el valle, (Vidal, 1986).

Los terremotos de 1806.

El ocurrido el **27 de Octubre de 1806**, con epicentro entre Pinos Puente y Santa Fé, donde alcanzó localmente, debido a la influencia del terreno, el grado IX, afectando también a Ansola, Valderrubio y el Soto. Las víctimas anotadas en los libros de defunción investigados son 11 muertos (6 de ellos niños) y 27 personas gravemente heridas. La población sintió más de 500 réplicas (Vidal, 1986). En Granada ($I=VII$), no hubo destrozos graves, ni víctimas mortales. Este sismo tuvo una gran cantidad de réplicas sentidas. Sempere (1807) refiere que en los cuatro meses siguientes en Granada se sintieron más de 60 sismos y en la Vega más de 300. Nicolás Garrido (1807) redactó un completo informe con los efectos de dicho terremoto e indicando todo un conjunto de medidas de construcción sismorresistente según las experiencias de los daños que el había observado durante la serie sísmica. Ponce de León (1807) redactó también un informe explicando las diferentes teorías sobre las causas de dichos terremotos y su comparación con los efectos observados del terremoto principal y sus réplicas (Vidal,

1986). Este informe fue una actualización de otro hecho por Ponce de León en 1804, con motivo de una serie sísmica de la Vega Granadina que causó algunos daños en la misma zona.

El terremoto de Andalucía de 1884.

El conocido como *terremoto de Andalucía*, sucedió el 25 de Diciembre de 1884. Ocurrió a las 21:08 h y se sintió durante 20 segundos, con epicentro situado entre Ventas de Zafarraya, Alhama de Granada y Jatar según los datos macrosísmicos, siendo uno de los terremotos más importantes de la Península Ibérica, que llegó a destruir numerosos pueblos de Granada y Málaga, afectando un área aproximada de unos 5000 Km². En el ANEXO 6 se resumen los daños y víctimas de este terremoto (López Arroyo et al, 1980).

Produjo más de 1300 muertos y alrededor de 1500 heridos. Destruyó unas 4400 casas y dañó otras 13000, además de producir efectos en el terreno como licuefacciones, deslizamientos de laderas, emanaciones sulfurosas, etc. Se estima que alcanzó una magnitud de 6,6 a 7 (Vidal et al., 1984). Los daños de mayor intensidad se alinean aproximadamente en una dirección E-W, como se puede apreciar en el mapa de isosistas (Figura 1.6), siendo la más probable que la falla responsable del sismo sea dirección E-W, siguiendo la dirección del pasillo entre Zafarraya y Jatar.

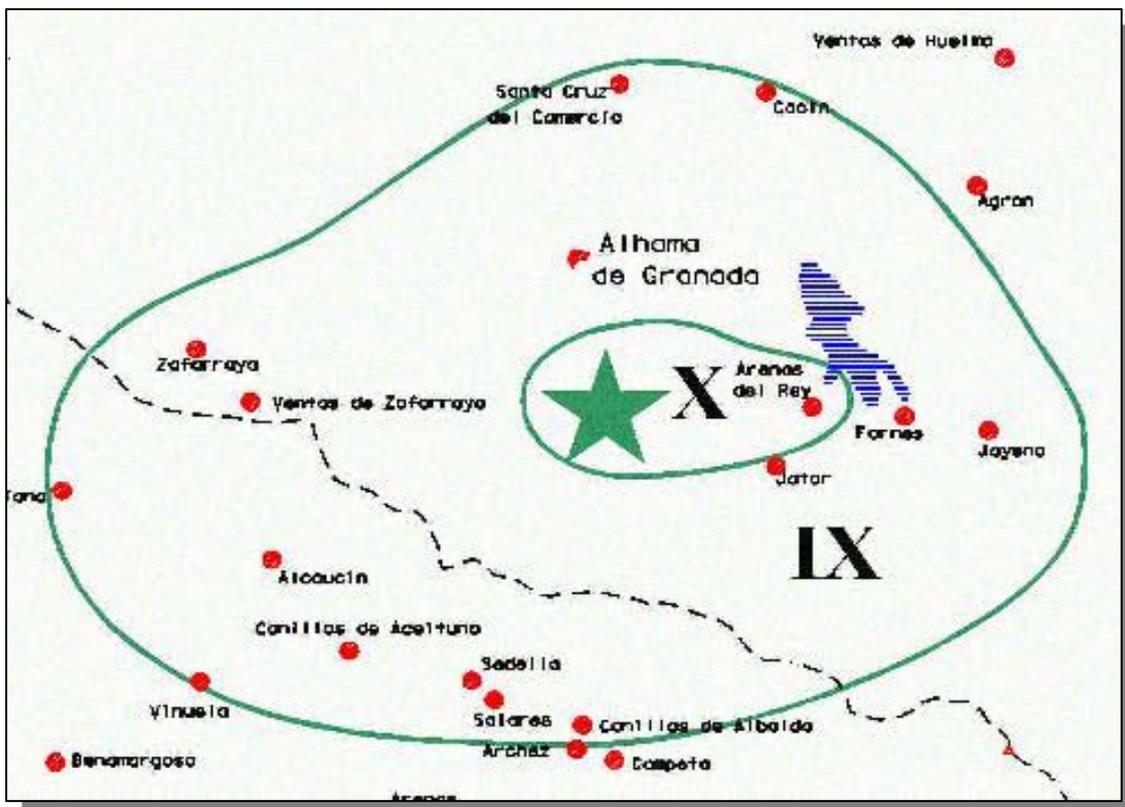


Figura 1.6. Mapa de isosistas del llamado terremoto de Andalucía (Vidal, 1986).

Por tratarse de un terremoto de gran relevancia en la Península Ibérica y uno de los más importantes en Andalucía, que dejó graves daños en la provincia de Granada,

se muestran a continuación ilustraciones de la época con la intención de reflejar la distribución y características de los daños ocasionados a las víctimas y a las construcciones. En algunas de ellas se muestran ejemplos de la asistencia sanitaria a las víctimas y alberges provisionales desplegados en la ciudad. Esto nos indica que en Granada ya han ocurrido terremotos de gran intensidad (I=X, Figura 1.6) y que pueden volver a repetirse, por lo que debemos estar alerta y preparados con un Plan de Emergencias y de Actuación Sanitaria para que en el momento actual el número de víctimas mortales y heridos no se vuelva a repetir, pues a pesar de la mejora de las construcciones, el gran aumento de la población, arrojaría cifras tan elevadas como las que se estiman en el capítulo 4 para intensidades I=VIII-IX.

La población más afectada fue Arenas del Rey (grado X), donde hubo 135 muertos (10%), 253 heridos de los que casi un 13% fueron graves (Vidal, 1986).

En Alhama (I=IX) hubo el mayor número de víctimas: 463 muertos y 473 heridos según el Defensor de Granada y Treviño Valdivia (1885). El porcentaje de víctimas es del orden del 5-6% de muertos y otros tantos de heridos. También murieron gran número de animales y más del 70% de las casas sufrieron daños muy graves. (Figura 1.7), y hubo que aplicar asistencia sanitaria (Figura 1.8) y alojamiento a los desalojados (Figura 1.9).



Figura 1.7. Representación de los daños en Alhama de Granada producidos por el Terremoto de Andalucía de 1884.

En Ventas de Zafarraya (I=IX-X) el 80% de las casas sufrieron daños muy severos, hubo 74 muertos (8%) y 16 heridos graves.

En Albuñuelas (I=IX) los destrozos fueron muy considerables producidos sobre todo por deslizamientos de ladera asociados al terremoto, debido a la topografía y constitución del suelo. Hubo un 6% de muertos y un 30% de heridos (Figura 1.10). Más del 70 % de las casas sufrieron daños muy graves (Feliu Boada, 1885)

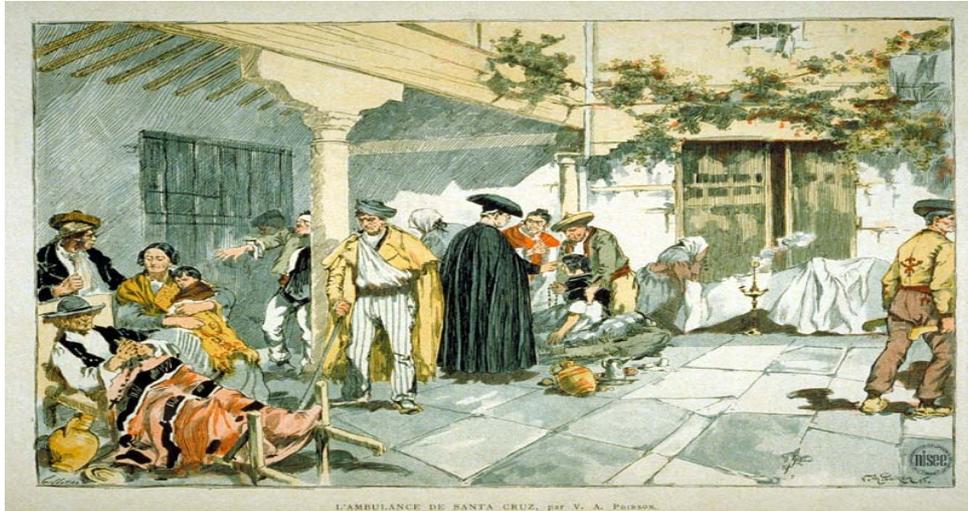


Figura 1.8. Ilustración de asistencia a heridos. (Alhama 1884.)

En Murchas (I=IX) se hundieron el 90% de las casas del núcleo de la población y el 50% de las del término municipal. El resto quedaron con daños muy graves. Hubo 9 muertos y 13 heridos.

Tanto en Murchas como en Albuñuelas se observa una amplificación de los destrozos debido a las condiciones del terreno, hecho que se ha observado “in situ” en el terremoto del 24 de Junio de 1984 (Vidal et al, 1986). En Jayena (I=IX) hubo 10 muertos y 16 heridos graves y en Jatar (I=VIII-IX) 2 muertos y 16 heridos. En Santa Cruz causó 13 muertos y 19 heridos.

En este terremoto hay que destacar que el hecho de que ocurriera en Navidad y a las 21.08 h, es decir, al ser festivo y a una hora en que la mayoría de la gente aún no estaba durmiendo, hizo que a mucha población le diera tiempo a salir a la calle y no quedaran atrapados, lo que evitó que el número de víctimas fuera aún mayor.

El rescate y la atención sanitaria fué local en cada uno de los pueblos afectados, siendo necesario el despliegue de campamentos para refugiar a los damnificados (Figura 1.9), por la influencia de las condiciones climáticas extremas en el área epicentral (comarca de Alhama, donde nevó).

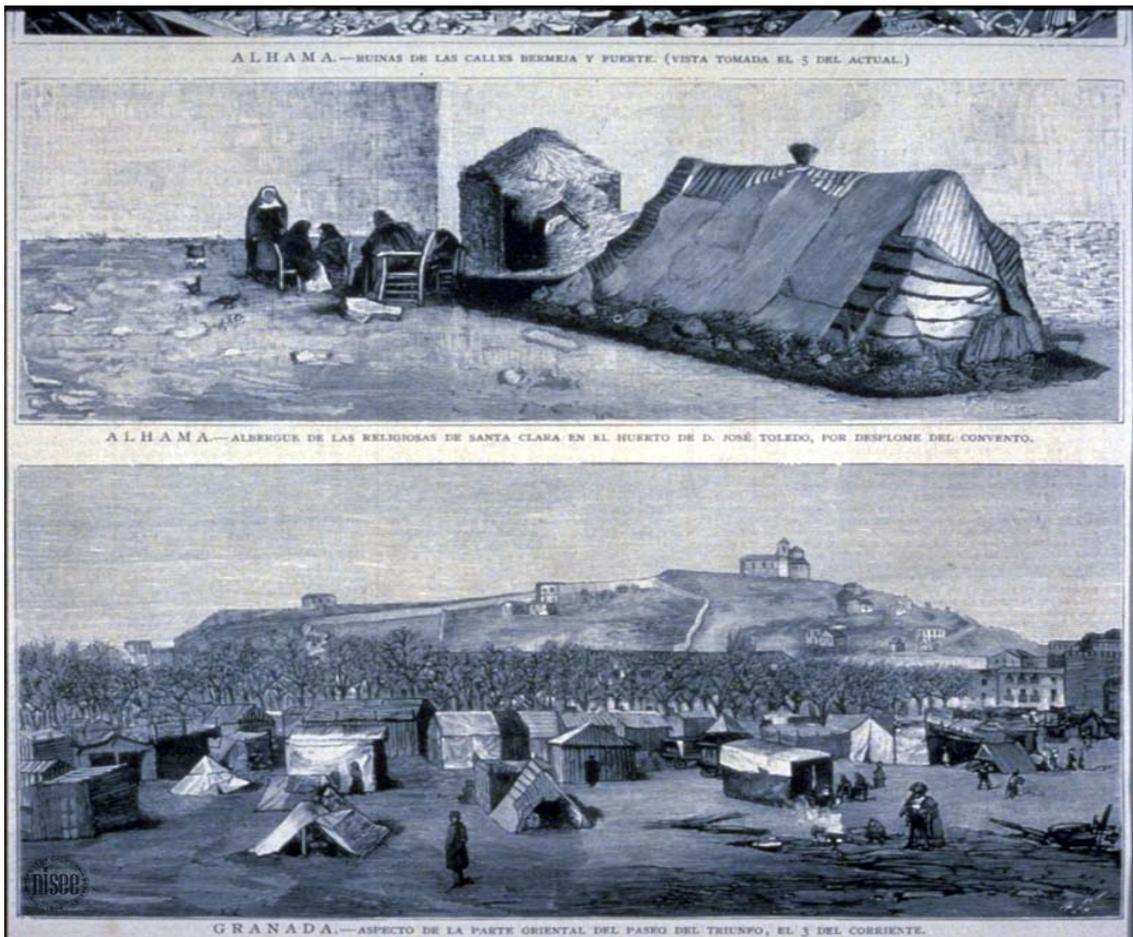


Figura 1.9. Ejemplos de Albergues provisionales desplegados en Alhama de Granada (arriba) y Granada (abajo).



Figura 1.10. Ruinas de Albuñuelas tras el terremoto. En la imagen de la izquierda se puede apreciar como se realizaron labores de rescate de los cuerpos, y en la imagen de la derecha, el impacto psicológico de una de las víctimas que camina por las ruinas en busca de supervivientes.

Por último, hay que destacar la labor del Defensor de Granada en la gran contribución que hicieron los pueblos y ciudades de toda España en la reconstrucción de las áreas afectadas.

Terremotos granadinos del siglo XX.

Los terremotos destructores del *siglo XX*, han sido mejor analizados macrosísmicamente. A continuación daremos unas breves reseñas de los más relevantes que afectaron Granada.

Terremoto de Adra del 16 de Junio de 1910.

Se produjo a las 4h 16m 27s, magnitud 6.3, causó destrozos grado VII en Adra, abarcando una gran área macrosísmica. El terremoto principal derribó algunos tabiques y muros, hundió algún techo y produjo averías importantes en otros edificios como el Ayuntamiento. Fue sentido a bordo de un vapor y de barcas de pesca. Tuvo numerosas réplicas sentidas en el mismo día (37) y unas 68 en el resto del mes. Se sintió fuertemente en Granada, donde se registró en la estación sismológica de Cartuja (CRT), así como sus réplicas.

Los terremotos granadinos de 1911.

En la Vega de Granada se produjo este año una serie sísmica. El 31 de Mayo de 1911 a las 15 h 30 m, se produjo un nuevo terremoto destructor, con $M=4.9$, que ocasionó destrozos en Santa Fé (grado VII-VIII), en Atarfe, Pinos Puente y Láchar (grado VII) y en Huetor Tájar y en Granada (grado VI), (Navarro Newman, 1911). La estación CRT registró 34 réplicas, 20 de las cuales se sintieron en Santa Fé y 8 en la Cartuja.

El terremoto del 19 de Abril de 1956.

Se produjo a las 18h 38m 53s, en las inmediaciones de Albolote y Atarfe, y sembró el pánico entre Sierra Elvira y Granada. Es uno de los terremotos más destacables del siglo XX en la Península Ibérica. Alcanzó una intensidad máxima de VII- VIII (MSK) y magnitud pequeña de 5.2. Las coordenadas epicentrales fueron 37.26 N, 3.37 W y a una profundidad de 6 ± 3 Km. Es el terremoto destructor más cercano en el espacio y en el tiempo a la ciudad de Granada.

Produjo 7 muertos directos y otros 5 debidos a un deslizamiento de tierras a 2 Km. al Norte de Granada, junto al Beiro por el derrumbamiento una cueva, situada junto al camino de Casería de Montijo, como consecuencia del terremoto y las lluvias se hizo una gran grieta en la ladera que produjo el deslizamiento de 5000 metros cúbicos de tierra (Vidal, 1988). Además se habla de unos 40 heridos, varios centenares de viviendas destruidas, otras muchas inhabitables, graves averías y daños materiales por importe de 20 millones de pesetas de la época. El número de víctimas es aumentado por Pastor al decirnos que fueron 13 muertos y 73 heridos.

Los daños se vieron aumentados por las numerosas réplicas que siguieron durante varias semanas, en general y para hacernos una idea de la repercusión de este terremoto citaremos los daños acaecidos en Albolote, Atarfe y Granada, (según los estudios realizados in situ por Sancho, Bonelli y Esteban, 1957):

Atarfe.- Población de 8.000 habitantes y 1500 casas. Objetos sueltos caídos igual que algunos muebles. Los edificios buenos sufrieron daños y de todos ellos quedaron 600 con grietas reparables, 600 con daños considerables, 200 ruinosos y 10 destruidos. Algunas fachadas derrumbadas al oeste, muros arruinados junto a la estación de ferrocarril. Se citan fenómenos luminosos en el lugar del epicentro.

Albolote.- Población de 5.000 habitantes y entre 850 y 900 casas. Los objetos cayeron al suelo a distancias de un metro de su posición inicial. Los edificios mejor preparados presentaron grietas en algunos casos considerables. Los de inferior calidad quedaron inservibles y otros hundidos. Las casas quedaron 350 con grietas reparables, 300 con daños considerables e inhabitables, 50 ruinosos y 7 destruidas. La fachada del Ayuntamiento sufrió la pérdida de un remate con el escudo del pueblo. La Iglesia perdió parte del alero y la torre presentaba grietas notables. Muchas viviendas perdieron los tejados.

Se sabe que hubo más de 5 muertos en Albolote y Atarfe y más de 60 heridos además de grandes pérdidas económicas por daños materiales, aunque las noticias son a veces contradictorias puesto que periodistas y especialistas no se ponen de acuerdo totalmente.

Granada.- El fuerte terremoto dejó una impresión inolvidable a los que lo sintieron, su intensidad se puso de manifiesto sacando a todos a la calle, el pánico fue general. Objetos caídos, vajillas destruidas, relojes de péndulo parados, caída de una cruz de piedra del Sagrado Corazón y un remate de piedra de la audiencia. Los edificios buenos solo sufrieron grietas, mientras que los de peor construcción como en el Albaicín, resultaron bastante afectados, 10% de las casas fueron desalojadas, 50% con grietas, algunas viviendas ruinosas. En la capital hubo 2 muertos y varios heridos. Se pararon los relojes del Observatorio de la Cartuja, averías en los sismógrafos y grietas en la rotonda del edificio. En la ciudad todavía hoy muchas personas recuerdan este sismo y hablan de los efectos sobre los raíles del tranvía, las calles se movieron como si fueran pequeñas olas, etc.

3.3 Riesgo Sísmico de la ciudad de Granada.

Microzonación sísmica de la ciudad de Granada.

El daño ocasionado por un terremoto está fuertemente influenciado por el tipo de terreno, debido a la diferente respuesta que cada terreno muestra ante las sacudidas sísmicas. El hecho de que la ciudad de Granada se asiente sobre una cuenca sedimentaria con series potentes de materiales recientes poco consolidados, implica la posibilidad de producirse fenómenos de amplificación local, (dependiente de la frecuencia de la onda sísmica), además de influir en otros parámetros importantes como la atenuación y duración de la sacudida.

Las características de las sacudidas sísmicas están condicionadas por la estructura geológica de la zona, por ello, las áreas de mayores daños están relacionadas con aquellas áreas con unas condiciones de coherencia menores en los materiales

superficiales y donde los fenómenos de amplificación están presentes. Este hecho ha sido estudiado por Morales (1991) y posteriormente por Cheddadi (2001), dando a conocer los efectos inducidos por la geología superficial en la respuesta ante los sismos en la Depresión de Granada y en la ciudad de Granada respectivamente.

Para la elaboración de *planes de mitigación de desastres sísmicos en áreas urbanas*, es indispensable la caracterización de diferentes áreas geográficas, para las que se prevé una respuesta uniforme ante una determinada excitación sísmica, y la realización de una distribución espacial de las mismas, es decir, la realización de una *Microzonación Sísmica*. El comportamiento de los materiales es distinto ante la propagación de las ondas sísmicas, y es función sobre todo de su competencia y coherencia y de su contenido en agua, en función de esas características se va a amplificar dicho movimiento del suelo en ciertos rangos de frecuencia.

Para el *estudio del comportamiento dinámico de los edificios*, es fundamental conocer la distribución espacial de las frecuencias naturales dominantes del suelo, ya que pueden producirse fenómenos de resonancia en dichos edificios si coinciden los periodos de vibración de los edificios con las frecuencias naturales dominantes del suelo.

Los resultados del estudio de microzonación sísmica, se plasman cartográficamente en una serie de mapas temáticos. Para ello, se han utilizado criterios de amplificación, de tipo geotécnico, de dominancia frecuencial, de licuefacción y de susceptibilidad al deslizamiento:

1. Factores locales de amplificación.

Los fenómenos de amplificación local son fundamentales para entender un estudio de microzonación sísmica. La distribución de los daños en algunos terremotos, se explica por el hecho de que la geología superficial amplifica el movimiento en un rango de periodos que coincide con el periodo natural de vibración de las estructuras dañadas, (*fenómeno de resonancia*). El factor más importante que afecta a la amplificación del sitio es probablemente la velocidad de las ondas de cizalla en la parte más superficial debido muy probablemente al contraste de impedancia entre diferentes interfases. Este hecho vendría a explicar por qué la amplificación es mayor en las cuencas sedimentarias (áreas con una gran heterogeneidad litológica y una marcada anisotropía lateral y en profundidad) que en los márgenes de cuenca (zonas litológicamente mucho más homogéneas y en conjunto isotrópas).

La zona de mayor peligro en la ciudad de Granada, desde el punto de vista de amplificación local, es el cuadrante suroeste de la ciudad (zona sur del Zaidín, circunvalación y en general cuanto más nos introducimos en la vega), y las zonas sobre los lechos de los ríos (Genil, Darro y Beiro) con niveles piezométricos próximos a la superficie, (o sea, con la presencia de terrenos saturados en agua, desde una determinada profundidad).

La zona de menor peligro coincide prácticamente con las áreas de afloramiento de la formación de la Alhambra en la zona nororiental y oriental de la ciudad. Por tanto, los márgenes de la cuenca amplifican la señal mucho menos que la zona de cuenca y, salvo factores locales, podemos apreciar en la cartografía esta distribución bimodal.

2. *Geotécnico*

Hace referencia al uso de procedimientos de tipo geológico (litologías, niveles piezométricos, sondeos de investigación); geotécnicos (SPT, clasificación geotécnica) y geofísicos (velocidades V_s obtenidas a partir de sísmica de refracción). Los datos geotécnicos y geofísicos indican por un lado el grado de amplificación de la intensidad en un emplazamiento debido a las características del terreno, y en especial de su dureza y coherencia (mediante V_s , SPT, etc.) y de otro lado de la existencia de otras amenazas locales que inducen las sacudidas (licuefacción, subducción, deslizamientos) que dependen, además del tipo de suelo, del contenido en agua del mismo y de las condiciones topográficas.

3. *Frecuencial*

Elaborado sobre la base de la distribución de los periodos predominantes, teniendo en cuenta su doble significado: por un lado el riesgo que supone la coincidencia de los períodos de respuesta del terreno con los naturales de los edificios (resonancia), y por otro la información intrínseca que nos ofrece acerca de la coherencia del terreno, ya que generalmente periodos bajos (o frecuencias altas) supone una mayor cohesividad del terreno y viceversa. A veces se pueden dar valores anómalos debidos a condiciones locales como la presencia de rellenos antrópicos en zonas de materiales competentes, (debido a los grandes movimientos de tierras para la uniformización y suavizado topográfico del terreno, sobre todo en épocas anteriores al planeamiento urbano) o la existencia de niveles conglomeráticos dentro de depósitos aluviales poco competentes.

4. *Licuefacción y deslizamientos.*

Son dos riesgos asociados que están directamente implicados en los daños generados durante un terremoto. Ambos fenómenos están íntimamente relacionados entre sí, sobre todo en áreas con pendientes importantes en las que la licuefacción conlleva necesariamente al deslizamiento.

Potencialidad y Peligrosidad Sísmicas

Son dos parámetros fundamentales para el estudio de la vulnerabilidad sísmica en una región. La *potencialidad* es la capacidad que tienen las fallas de la comarca de liberar energía bruscamente y se suele representar por el terremoto máximo y la probabilidad de ocurrencia de dicho terremoto en cada falla. La *peligrosidad* sísmica implica el conocimiento de un determinado parámetro indicativo del movimiento del terreno (aceleración horizontal, intensidad macrosísmica, etc.) que con una probabilidad específica va a ser excedido en un determinado intervalo de tiempo en un lugar o zona dados (por ejemplo, como la que refleja el mapa de la Norma de Construcción Sismorresistente Española. (Figura 1.11). Este es un concepto que no depende de los elementos introducidos por el hombre en un territorio dado (salvo que este altere las condiciones del suelo), al contrario que el de riesgo que sí depende fuertemente de la vulnerabilidad de las construcciones. En una zona deshabitada el riesgo es cero, independientemente de que la peligrosidad sea muy alta, ya que los elementos en riesgo no existen.

Se consideran áreas de peligrosidad sísmica aquellas zonas que a lo largo del registro histórico se han visto afectadas por fenómenos de naturaleza sísmica (Norma reguladora de Protección Civil, 1995). Como puede apreciarse en el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la NCSE-02, Granada es el área de mayor peligrosidad sísmica del territorio español, ya que es donde se esperan las aceleraciones más altas (0.25 g en roca). Ello nos indica que es el lugar en el que primero se han de definir claramente los planes de actuaciones sanitarias ante diferentes niveles de aceleración sísmica (o de intensidades) esperados, esto es, planificar para escenarios sísmicos específicos probables. La peligrosidad sísmica de la ciudad y su entorno, nos indica que son esperables con cierta frecuencia terremotos con intensidad máxima VII, con una frecuencia media a baja los de $I_{máx} = VIII$ y con frecuencia baja a muy baja los de $I_{máx} = IX$. Por ello para los terremotos de frecuencia media ($I=VIII$) y baja ($I=IX$), que son destructores y muy destructores respectivamente, han de desarrollarse unas actuaciones sanitarias basadas en el conocimiento de los daños esperados y de víctimas potenciales, lo que iremos desarrollando en capítulos siguientes.

Probabilidad de excedencia, de un 10 %, en 50 años, utilizada en determinación probabilística de la peligrosidad

Probabilidad anual de ser superada de 0.002.
Período de retorno de 500 años

Mapa NCSE-02

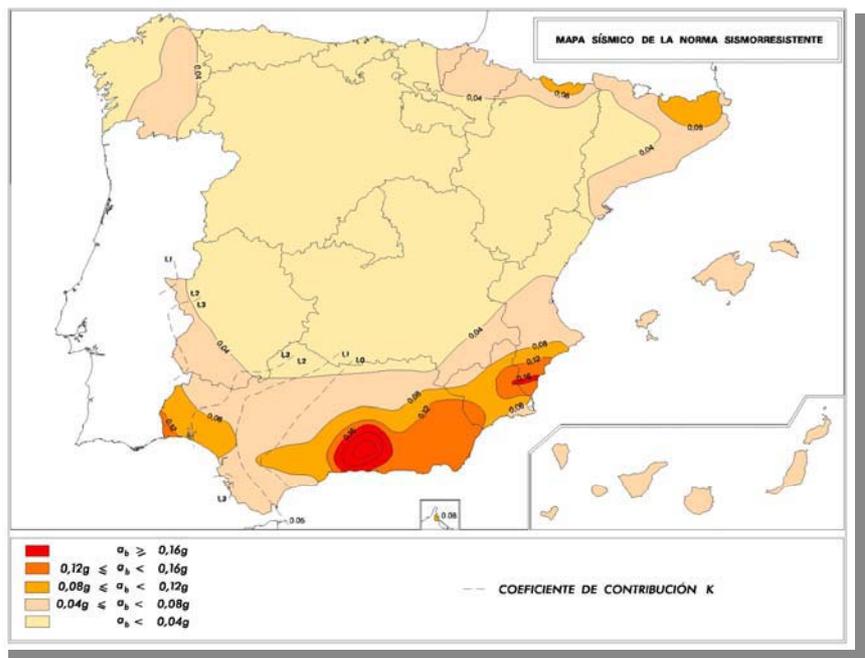


Figura 1.11. Mapa de la Peligrosidad Sísmica de España de la Norma de Construcción Sismorresistente Española, NCSE-02.

Potencialidad

Para evaluar la potencialidad sísmica de las fallas, se analizan varios parámetros, fundamentalmente su traza, su geometría y su velocidad de desplazamiento. De esta manera se intenta conseguir una estimación aproximada de la magnitud capaz de generar cada falla para periodos de retorno dados.

En los trabajos de Sanz de Galdeano et al. (2001) y López Casado et al (2002), acerca de la potencialidad sísmica en la cuenca de Granada, se estudiaron y seleccionaron las fallas potencialmente peligrosas del entorno de la ciudad de Granada, teniendo en cuenta la máxima magnitud capaz de generar la falla, y como un indicador quizá más objetivo de la potencial peligrosidad, los periodos de retorno para las magnitudes 6 y 6.5 Mw. Para cada falla seleccionada se mostraba además de su tipología, longitud total de su traza en superficie (L), la profundidad (P), el buzamiento (se define como el ángulo que una capa de rocas o plano de falla se desvía de la horizontal, el ángulo se mide en el plano perpendicular al rumbo) y la velocidad de deslizamiento (V).

En la figura 1.4 hemos visto una representación gráfica de las fallas más importantes de la cuenca de Granada, según los criterios de estos autores. En el ANEXO 7 se muestran con detalle los datos de las fallas potencialmente más peligrosas del entorno del Granada.

Peligrosidad sísmica

Para el cálculo de la peligrosidad (respuesta de terreno ante los movimientos sísmicos) en la ciudad de Granada, se pueden emplear dos métodos.

1.- Método Determinista. Se consideran, además de las fuentes sísmicas con su mayor terremoto y la atenuación, diversos factores como: periodos predominantes y sus factores de amplificación, velocidad de las ondas S, características geotécnicas e hidrológicas, cohesión de los materiales y susceptibilidad a la licuefacción. Se asignan diferentes niveles con valores progresivos en función de la intensidad del factor considerado. La suma de estos valores para diferentes zonas de la ciudad, nos permite conocer determinadas zonas con diferente nivel de peligro sísmico. Se podrán obtener así 5 niveles de peligrosidad: Muy baja, baja, media, alta y muy alta.

Los niveles más bajos de peligrosidad sísmica se encuentran en la parte alta de la ciudad; Albaicín, Realejo, y parte de Cartuja y en general en todos los barrios situados en las zonas de afloramiento de la “formación Alhambra”.

Las zonas con mayor peligrosidad se extienden por detrás del Camino de Ronda, ya en la Vega. Estas zonas poseen depósitos aluviales poco cohesivos y niveles piezométricos relativamente superficiales (lo que acarrea cierto riesgo de licuefacción para las sacudidas más fuertes). También la parte del Zaidín cercana a la circunvalación y a lo largo de los principales ejes fluviales, donde los depósitos aluviales son más recientes y los niveles freáticos más superficiales, son zonas de peligrosidad bastante alta.

2.- Método probabilista. Consiste en un modelo probabilística mixto, basado en el conocimiento de la probabilidad total, entre los métodos probabilísticas zonificados y no zonificados. De este modo conocemos cuales son las posibilidades de recurrencia de los eventos sísmicos (en términos de aceleración horizontal del suelo e intensidad macrosísmica) del entorno de Granada. También tiene en cuenta los efectos locales. Los niveles de peligrosidad máximos son similares a los dados por el método determinista,

pero además aporta acciones sísmicas esperadas en períodos de retorno más cortos (p.e. 100 o 200 años).

Con esta metodología, podemos establecer criterios comparativos a nivel regional y nacional (Véase figura 1.11, mapa de peligrosidad sísmica de la norma NCSE-02).

Vulnerabilidad sísmica

Tal como hemos visto anteriormente, la vulnerabilidad sísmica es la respuesta, en términos de daño estructural, para cada nivel de peligrosidad sísmica en una región, ciudad, construcción o elemento constructivo, (generalmente se evalúa la correspondiente de cada construcción, instalación o línea vital). Es decir, la respuesta de las edificaciones ante el movimiento del terreno, teniendo en cuenta los peligros que paralelamente se desencadenan con los terremotos (licuefacción, deslizamientos, etc.).

Son muchos los factores que influyen en el comportamiento dinámico de las construcciones, líneas vitales y edificios singulares de la ciudad durante el terremoto, lo que dificulta poder predecir la vulnerabilidad para el conjunto de todas las construcciones y sistemas de la ciudad de Granada.

Estos factores se pueden agrupar en:

Factores ajenos a los edificios (externos): peligrosidad sísmica (movimiento del suelo), incluyendo los fenómenos inducidos por dicho movimiento y la influencia e impacto de los edificios próximos.

Factores propios del edificio (internos): dimensiones, interacción suelo-estructura (cimentaciones), diseño de los elementos estructurales, disposición en planta y alzado, número de plantas, rigidez del conjunto, calidad de la ejecución.

Para el análisis de la vulnerabilidad sísmica, se ha seguido la investigación desarrollada en el IAGPDS y recogida por Iglesias (2002). La metodología empleada se describe a continuación.

El método para elaborar el mapa de vulnerabilidad de Granada se basa en 2 criterios fundamentales:

1. **Cuantitativo.** Conocida la distribución de períodos predominantes y las amplificaciones correspondientes a cada rango de períodos, y previa evaluación de los períodos de oscilación de los edificios (en este caso se optó por el Método simplificado de cálculo de la NCSE, asumidos los requisitos en general como válidos). El objetivo fué establecer una comparación entre ambos resultados que nos permita conocer en qué zonas de la ciudad se pueden generar fenómenos de resonancia y si estos se van a producir precisamente donde más amplificación haya. Este diseño responde a la necesidad de adaptarse a los datos disponibles, en este caso los facilitados por la Oficina de Catastro de Granada, el IAGPDS y también al soporte informático utilizado para la plasmación cartográfica de todos los datos (más de 90.000 registros con varios campos cada uno).

2. **Cualitativo.** Se incluyó por la necesidad de tener en cuenta otras variables difícilmente cuantificables a no ser con modelos o simuladores poco prácticos a escala de municipio. Se han tenido en cuenta: edad de las edificaciones, diseño de los elementos estructurales, interacción suelo estructura (cimentaciones).

En la tabla 1.10 se recogen los distintos grados de vulnerabilidad considerados para las construcciones de la ciudad. Este método permite incluir en la determinación de la vulnerabilidad variables difícilmente introducibles de otro modo para nuestra escala de trabajo (Iglesias, 2002).

Tabla 1.10. Características constructivas de los edificios por fecha de construcción (Iglesias, 2002)

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS EDIFICIOS POR FECHA DE CONSTRUCCIÓN						
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	GRADO DE CALIDAD CONSTRUCTIVA				
		Muy baja	Baja	Media	Alta	M. Alta
Anterior a 1950	Cimentación por cantos rodados o piedras sueltas y estructuras de muros de carga en adobe, tapial, piedra suelta o ladrillo					
	Cimentación por cantos rodados o piedras sueltas y estructuras de sillería					
1950 a 1974	Cimentación por zapata aislada y estructura de hormigón armado sin diseño antisísmico					
De 1974 a 1995	Cimentación por zapata arriostrada y estructura de hormigón armado o de acero laminado con diseño antisísmico mínimo					
Posterior a 1995	Cimentación por zapata arriostrada o losa y estructura de hormigón armado o de acero laminado con diseño antisísmico alto					



Posible



Más probable

A partir de estos dos modelos se elaboraron, mediante *software* (ArcView 3.1), sendos mapas, uno para el método denominado cuantitativo (**resonancia**) y otro para el *cualitativo* (**vulnerabilidad de la edificación**) que por sí mismo permite la visión de las características, calidades y estilos constructivos de la ciudad y que junto con el mapa de **peligrosidad**, constituye *El Mapa de Vulnerabilidad Sísmica del municipio* (ANEXO 8), gracias a la yuxtaposición cartográfica de los mismos (Iglesias, 2002).

Para el tratamiento de la gran cantidad de datos recabados, su posterior plasmación cartográfica y para permitir en un futuro una actualización cómoda y sencilla, se utilizó un *SIG*, que permite el procesamiento de toda esta información.

En este proceso se parte de mapas temáticos básicos en los que aparecen los distintos tipos o clases de cada elemento, la superposición de estos permite delimitar zonas o unidades homogéneas en las que se da una combinación de distintos elementos.

Sin duda alguna, el conocimiento de la información que aportan estos mapas, nos permiten conocer las zonas más vulnerables y tomar decisiones en materia de organización sanitaria, a la hora de realizar un *Plan Sanitario de emergencias Sísmicas* para la ciudad de Granada, tanto en medidas de prevención como de actuación ante la posibilidad de que se produjera un evento sísmico de gran envergadura, como se plantea en este trabajo.

En caso de catástrofe sísmica, resulta de vital importancia asegurar el mantenimiento de las vías de acceso y evacuación de los heridos. El estudio de estas rutas de evacuación y abastecimiento, así como la localización del hospital de campaña y centros de acogida primaria para la población se abordarán en el capítulo 4.

3.4. Consideraciones sobre planificación de actuaciones sanitarias según el análisis de la sismicidad histórica.

El terremoto de 1956 de intensidad epicentral VII (aunque localmente alcanzó el grado VII-VIII), es un terremoto a tener muy en cuenta en la planificación de actuaciones de emergencias sanitarias por ser relativamente frecuente su ocurrencia. En el, los medios sanitarios y de rescate son más que suficientes para una intervención rápida y eficaz, y no hay que considerar la pérdida de instalaciones sanitarias ni de su operatividad.

Hay que insistir que este no es el terremoto de peores consecuencias esperado en el área metropolitana de Granada, ni mucho menos, según el breve repaso hecho de la sismicidad histórica andaluza y granadina, ya que como hemos podido comprobar pueden ocurrir terremotos que alcancen una intensidad de grado VIII, y también, aunque más raros, los de grado IX. Por ello, tras analizar la peligrosidad de Granada y su entorno, consideramos el impacto que terremotos de intensidad máxima VII, VIII y IX tendrán en Granada, calculando los daños, víctimas y desalojados correspondientes a dichos terremotos tipo, para las ubicaciones más probables de los mismos, datos que se detallan en los capítulos 3 y 4.

4 DAÑOS, VÍCTIMAS Y ASISTENCIA SANITARIA.

4.1 Escenarios de daños y víctimas

El **escenario** en la Medicina de Catástrofes es el espacio físico, social y político en el que se desarrolla una catástrofe (Álvarez Leiva, 1999). En él concurren de manera desordenada y mal delimitadas personas heridas y sanas, espacios distorsionados, elementos deteriorados, restos de materiales y sobre el mismo se acumulan de igual manera equipos de rescate, espectadores, socorristas, medios de comunicación, fuerzas de orden, y un largo etcétera que contribuyen a crear una situación de caos, confusión y desorden. Se ha podido comprobar que esto se *repite* una y otra vez en los numerosos terremotos ocurridos a lo largo de la historia reciente, de los que ya hemos hecho mención en capítulos anteriores.

En nuestro estudio, el escenario sísmico y los escenarios de daños que se definen a continuación, se desarrollarán ampliamente en el capítulo 4, donde se realiza una estimación del número de muertos y heridos en los casos hipotéticos de que se produzcan terremotos destructores con I max VIII o IX en la provincia de Granada. En ellos vamos a encontrar en mayor o menor medida las consecuencias típicas de un sismo que afectan directamente a la población y a sus condiciones de salud:

1. Defunciones. No existe constancia que las víctimas mortales produzcan realmente un problema serio de salud a corto plazo (a pesar de la creencia generalizada de que sí lo genera), salvo en casos puntuales que los cadáveres estén p.e. en aguas de suministro y otros casos excepcionales.
2. Lesiones graves que requieren tratamientos complejos y abundancia de lesiones no hospitalarias.
3. Daños en los establecimientos de salud.
4. Daños de los sistemas de abastecimiento de agua.
5. Escasez de alimentos y de agua potable. Esto suele ser poco frecuente y si se produce se debe a factores económicos o logísticos.
6. Movimientos de población para su realojamiento. Suelen ocurrir en zonas urbanas que han sido dañadas gravemente.
7. Daños en viviendas e instalaciones que suponen una serie de amenazas graves o que impiden gravemente las ayudas sanitarias o de supervivencia urgentes.

Todo esto conlleva unos problemas inmediatos de salud que se deben resolver activando “*El Plan de Actuación Sanitaria Urgente*” que se propone en este trabajo.

4.1.1 Escenario Sísmico.

La definición de *escenario sísmico* comprende, en primer lugar, la determinación para cada municipio de los valores esperados de intensidad como consecuencia de un evento sísmico específico. Ello requiere de la definición de un *modelo de peligrosidad* local, (ó regional) que describa de manera representativa la sismicidad de la región, como se ha desarrollado en el apartado 3, donde se han revisado la peligrosidad, la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de Granada.

El modelo de peligrosidad debe considerar todas aquellas fuentes sismogénicas que tienen influencia sobre la región o zona objeto del estudio; es decir, cualquier fuente que pueda dar origen a un sismo capaz de inducir algún tipo de daño en las edificaciones de Granada y su área metropolitana.

Este proceso de *caracterización de las zonas fuente* y la peligrosidad implica (Safina, 2003):

- Localización de las zonas fuente.
- Zonificación sismotectónica (fallas discretas o zonas extensas).
- Cuantificación del potencial sísmico.
- Modelos de sucesión de sismos en el tiempo.

- Definición de patrones de atenuación regional.

La *localización de las zonas fuente* debe adecuarse al contexto tectónico y prestar especial atención a los indicadores geológicos, geomorfológicos, geofísicos y sismológicos de la zona, a fin de identificar las fuentes sísmicamente activas que forman parte del proceso tectónico actual y capaces de producir terremotos en un futuro.

La *zonificación sismotectónica* consiste en la geometrización de las zonas fuentes. En este punto es importante localizar y caracterizar el tipo de falla, siendo posible su identificación como fallas individuales, con expresión probable en superficie, en zonas de elevada sismicidad, asociada a grandes deformaciones tectónicas (generalmente zonas interplacas). En zonas con deformaciones tectónicas moderadas a débiles (generalmente zonas intraplacas), con sismicidad escasa o difusa, es conveniente hacer uso de las nociones estructurales y tectónicas para delimitar zonas donde el comportamiento sísmico pueda ser homogéneo, definiendo así fuentes sísmicas extensas.

La *cuantificación del potencial sísmico* de una zona fuente implica la definición de un sismo característico y una ley de recurrencia, que exprese la frecuencia de sismos en función de la intensidad epicentral o de la magnitud (como medida de la talla del sismo). El sismo característico generalmente se define en base al sismo máximo, determinado por métodos basados en dimensiones de ruptura de falla bien conocidas, segmentos de ésta, o por métodos basados en sismicidad histórica, sobre la base que el sismo máximo histórico, representa una cota inferior del sismo máximo. Para la ley de recurrencia se emplea casi universalmente una relación ajustada de las observaciones basadas en la sismicidad histórica, propuesta por Gutenberg y Richter (1954) tanto para fallas individuales como para zonas extensas, según el modelo clásico de Cornell, con sismicidad difusa (Safina, 2003).

La *atenuación regional* se determina a partir de registros instrumentales de sismos relevantes o bien a partir de datos de intensidades. Con ello se obtienen valores de intensidad-distancia para terremotos de cada magnitud.

Cuando se trata de escenarios sísmicos a escala local se incluye, además del potencial sísmico de las fuentes y de la atenuación sísmica con la distancia, el efecto de la geología local y los peligros inducidos por movimientos sísmicos fuertes (deslizamientos, hundimientos, licuefacción, etc.) esto se tratará específicamente en el capítulo 3.

4.1.2 Escenarios de Daños Sísmicos.

Dependiendo del área específica de estudio, a cada *escenario sísmico* está asociado un *escenario de daños sísmicos* (EDS), que describe las consecuencias directas e indirectas del evento en los elementos en riesgo (construcciones, instalaciones, personas). Por tanto, será necesario conocer las características de la distribución de los daños y su incidencia en la población a través de estudios detallados de riesgo sísmico. Generalmente se simulan los efectos dañinos sobre las construcciones e instalaciones vitales y sobre las personas para cada gran terremoto que pueda ocurrir en un futuro

(como se verá en el capítulo 3), a partir de los parámetros de cada terremoto que pueda ocurrir en cada zona sismogénica que pueda afectar al área de estudio (p.e. los terremotos históricos destructores o los terremotos máximos de cada zona fuente) teniendo en cuenta además los efectos de propagación, de sitio, la vulnerabilidad de los elementos en riesgo, los factores de riesgo, etc. Estos escenarios pueden también ser simulados a partir de los parámetros de un terremoto que acabe de ocurrir teniendo en cuenta los efectos mencionados y entonces se suelen denominar *predicción ciega de daños*. Los EDS se utilizan para estimar personas heridas, desalojados, edificaciones afectadas, capacidad de manejo de la emergencia, etc.

Para conocer las consecuencias sobre las personas, desde el punto de vista de la organización sanitaria es imprescindible conocer, por una parte la distribución geográfica de personas heridas que representarán la demanda y por otra parte, la capacidad efectiva del sistema para atender dicha situación de emergencia. Para ello es necesario conocer la *fragilidad de las edificaciones* y de los *hospitales y otras construcciones y sistemas esenciales* y establecer un modelo para definir el estado inicial del sistema inmediatamente ocurrido un evento sísmico destructor; esto es, la definición de heridos por municipios (y, a ser posible, su localización más probable) y la determinación de la capacidad efectiva de cada centro sanitario.

Fragilidad de las edificaciones.

La fragilidad de las edificaciones y la densidad media de ocupación, están directamente relacionadas con su capacidad de generación de daños y consecuentemente de víctimas, lo que nos permite estimar el número de las personas afectadas debido a un sismo y el grado de atención que necesitan, que representan la *demanda inicial del sistema*.

Cada edificación se puede asociar a una tipología estructural correspondiente a una clase de vulnerabilidad, de manera que la fragilidad de las edificaciones puede ser descrita a través de las *matrices de probabilidad de daño* (MPD) características de dicha clase de vulnerabilidad. Estas relaciones daño-movimiento sísmico, establecen la distribución de la probabilidad de daño correspondiente a diferentes estados o grados de daño, para cada nivel del movimiento sísmico del terreno. Generalmente se establecen para diferentes tipologías de edificios, agrupadas en clases de vulnerabilidad y su definición depende del parámetro empleado para caracterizar la amenaza (aceleración o intensidad).

En este estudio, la amenaza ha sido caracterizada a través de la intensidad macrosísmica. La definición de la intensidad macrosísmica (I), la clase de vulnerabilidad o tipología (V) y la clasificación de los grados de daño (GD), utilizan como base la Escala Macrosísmica Europea EMS-98 (Grüntal, 1998). Sobre esta definición y utilizando como base los resultados de la *vulnerabilidad observada* (aquella que se refiere a la valoración realizada sobre la estadística de daños de sismos pasados) después de varios terremotos de Italia, propuesta por Braga (1982) y adaptadas por Chávez (1998), se definen las matrices de probabilidad de daño, que determinan la probabilidad que se de un grado de daño d , en un edificio de clase de vulnerabilidad o tipología V , cuando se produce una intensidad I .

$$P [GD = d V, I]$$

Fragilidad de los hospitales

La fragilidad o vulnerabilidad de los hospitales es un problema mucho más delicado. Es importante reconocer que los hospitales son, de hecho, sistemas complejos que contienen una gran cantidad de elementos sísmicamente vulnerables, frecuentemente más frágiles que la estructura que los contiene y de los cuales depende su funcionalidad.

El número de camas perdidas en cada centro de atención de salud está directamente relacionado con la fragilidad de los hospitales y la capacidad de sus instalaciones. El valor medio de la vulnerabilidad de cada hospital se representa a través de un indicador o índice de daño (ID), que varía entre 0 (*sin daño*) y 1 (*colapso total*). Este índice expresa la relación entre el número de camas perdidas y el número de camas existentes. De manera que el número de camas perdidas será el producto del indicador del daño por la capacidad instalada del hospital (Nutti y Vanzi, 1999).

La localización de centros sanitarios y su capacidad disponible condiciona la respuesta del sistema de manera que la apropiada caracterización de la fragilidad de los hospitales exige un estudio específico para cada centro, que permita obtener la distribución del daño para los diferentes sismos considerados. En este trabajo se ha realizado a modo de ejemplo el estudio de la vulnerabilidad del Hospital Virgen de las Nieves de Granada (apartado 2.3.4), quedando pendiente el resto de hospitales de la provincia que deberían ser analizados por un adecuado equipo interdisciplinar.

Estimación de víctimas

La estimación de víctimas humanas debido a un sismo es un problema bastante complejo (Durkin, 1987). La definición del número de personas heridas determinará la demanda inicial del sistema sanitario. Se han propuesto diferentes modelos para la estimación de víctimas humanas producidas por un terremoto (Safina, 2003), entre las que destacan las metodologías de Coburn y Spence (1992, 2002) y del ATC-13 (1985). El primero establece el uso de una expresión analítica, ajustada a partir del análisis de más de 1.000 terremotos importantes. Esta relación es específica para edificios colapsados y considera como parámetros, la población por edificio y la ocupación según el horario, entre otros.

La metodología propuesta por el ATC, establece unos porcentajes de personas afectadas (heridos leves, heridos graves, muertos) en función de los diferentes niveles de daño (estructurales y no estructurales) experimentados por las edificaciones, deducidos por un grupo de expertos a partir de terremotos ocurridos en E.E.U.U.

Otras alternativas (Nutti y Vanzi, 1999) contemplan la posibilidad de ajustar de manera directa para cada municipio una correlación o ley de intensidad-heridos, que permita determinar para cada valor de la intensidad macrosísmica el porcentaje de la población afectada.

En la tabla 1.11, se resume los valores de proporción de víctimas propuestos por el ATC-13 (1985) (*Applied Technology Council*), que han servido de base para estimar el número de personas afectadas debido a un sismo.

Tabla 1.11. Proporción de víctimas para cada grado de daño. (ATC-13, 1985)

Grado de daño	Heridos leves	Heridos graves	Muertos
GD1	3.3/10000	1.1/25000	1.1/100000
GD2	3/1000	1/2500	1/10000
GD3	3/100	1/250	1/1000
GD4	3/10	1/25	1/100
GD5	2/5	2/5	1/5

4.1.3 Estimación de escenarios de daños y víctimas en el mundo.

A pesar de la importancia que reviste la actuación ante la emergencia sísmica y la asistencia inicial de las víctimas hasta muy recientemente no ha sido objeto de suficiente atención por parte de los investigadores, razón por la cual es limitada la información disponible sobre el ejercicio de los equipos de emergencia y planes de actuación sanitaria durante crisis sísmicas. Sin embargo algunos expertos, conscientes de la importancia de este hecho, han llevado a cabo algunos estudios específicos para estimar los daños y víctimas producidos por un terremoto, de manera que permiten simular la respuesta de un determinado sistema ante un evento sísmico, con miras a calificar y cuantificar su capacidad de respuesta ante una catástrofe sísmica.

• Estudios europeos: EC-Project SERGISAI y RISK-EU.

A partir de de la experiencia de los daños observados en hospitales en sismos pasados (DGXII, 1997), diferentes grupos de trabajo europeos han canalizado sus esfuerzos, bajo el auspicio de la Comunidad Europea, hacia el estudio de la *evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios y la evaluación del riesgo a diferentes escalas geográficas* (Safina, 2003).

EC-SERGISAI (1998) representa uno de los principales aportes en esta línea de investigación. El estudio introduce el concepto de *vulnerabilidad sistémica* y desarrolla un modelo que permite implementar y sistematizar una metodología para el cálculo del riesgo sísmico a diferentes escalas geográficas. Permite integrar los diferentes modelos de evaluación a través del uso de sistemas de información geográfica (GIS) y técnicas de inteligencia artificial, para obtener una eficiente herramienta de cálculo del riesgo sísmico que pueda ser usada por las administraciones en la prevención y mitigación sísmica (Zonno, 1998). Las diferentes fases del análisis permiten obtener mapas que muestran las características del lugar, la intensidad y el grado de las pérdidas estimadas debidas a un sismo esperado.

Ha sido aplicado a escala regional en la región Toscana (Italia); a escala sub-regional en el área Garfagnana en Toscana (Italia), donde el sistema simula de manera bastante realista los sucesos durante la emergencia en el área, donde las víctimas acuden al hospital más cercano hasta su saturación, momento a partir del cual el paciente es remitido a la siguiente instalación. A escala local ha sido aplicado en parte de la ciudad de Barcelona, España.

RISK-UE es un proyecto Europeo que ha creado una metodología similar a la de Hazus en USA (que se describe más adelante), para la evaluación de escenarios sísmicos, atendiendo a las características específicas de sus construcciones, aunque sin tener en cuenta las edificaciones esenciales. Sí dedica especial atención a las edificaciones que forman parte del patrimonio histórico y se han incorporado las líneas vitales (transporte, telecomunicación, agua, energía, etc.) en la evaluación de las pérdidas económicas directas e indirectas, que no han sido consideradas en los estudios anteriores. La integración de estas bases de datos y su manejo a través de sistemas de información geográfica (GIS) fundamentados en el enfoque sistémico del problema, constituyen los elementos más relevantes de este proyecto de desarrollo muy reciente.

El programa contempla la integración de varios equipos de trabajo europeos para aplicar la metodología desarrollada a siete ciudades de la Unión Europea y del este de Europa, caracterizadas por diferentes niveles de sismicidad (moderada, alta a intensa) para lo cual se han seleccionado las ciudades de Barcelona (España), Bucarest (Rumania), Catania (Italia), Sofia (Bulgaria), Bitola (Yugoslavia), Thessaloniki (Grecia) y Niza (Francia).

Los resultados de cada escenario permitirán describir a través de figuras concretas, el daño directo a indirecto para cada sismo posible que facilitarán el desarrollo de programas de gestión del riesgo sísmico que involucren la participación de diferentes instituciones (RISK-UE, 2001).

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios, Braga et al. (1982) presentan una estimación de la vulnerabilidad estructural en término de matrices de probabilidad de daño, obtenidas por el procesado estadístico de una importante base de datos de edificios dañados, levantada siguiendo los formatos antes señalados y representada por más de 30.000 edificios ubicados a diferentes distancias del epicentro del *sismo de Irpinia* del 23/11/1980 (magnitud 6.9). Estas matrices de probabilidad de daño fueron ratificadas posteriormente (Braga, 1986), al extender la base de datos en otros 15.000 edificios afectados por los *sismos de Abruzzo* del 7-11/05/84 (Magnitud 5.4). Estas matrices constituyen un importante soporte fundamentado en datos observados, aunque limitados a la tipología constructiva de esas regiones; no obstante, podrían aplicarse a sismos españoles y tipologías constructivas del S y SE de España. (Safina, 2003).

Destacan en este sentido los trabajos de Benedetti y Petrini (1984), que evalúan la vulnerabilidad de los edificios con el método del *índice de vulnerabilidad*, por medio del cual se identifican los parámetros más importantes que controlan el daño en edificios causados por acciones sísmicas, calificados individualmente sobre una escala numérica y afectados por un factor de peso que trata de recalcar la importancia relativa del parámetro. Este procedimiento contempla un reconocimiento de las edificaciones a

través de dos formularios de evaluación predefinidos. El formulario de primer nivel es común a edificios de mampostería y obras de fábrica y a edificios de hormigón armado y contiene datos relativos a la localización, geometría y tipología de la edificación, así como la extensión y nivel de daño observado. El formulario de segundo nivel depende de la tipología estructural y está orientado a la determinación del índice de vulnerabilidad. Este índice representa una medida relativa de la propensión al daño, de manera que para estimar el daño de manera absoluta, es necesario establecer un modelo de vulnerabilidad correlacionando el nivel de daño, la calidad del edificio referida a través del índice de vulnerabilidad y el parámetro utilizado para medir la severidad del movimiento sísmico. Este modelo generalmente se expresa en términos de las funciones de vulnerabilidad o a través de las matrices de probabilidad de daño. Este método ha sido desarrollado y aplicado extensamente en varias zonas sísmicas de Italia y está basado en una gran cantidad de datos observados. De hecho, ha sido adoptado por el "*Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti*" como el procedimiento oficial para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios en Italia (GNDT, 1990), sin embargo el procesado de los datos ha sido desarrollado sobre la base de diferentes esquemas (De Stefano, 1999). Su aplicación ha servido de base para desarrollar interesantes estudios de vulnerabilidad sísmica y evaluación del riesgo en viejos núcleos urbanos de Italia (Benedetti, 1988).

Monti y Nuty (1996), estudian de manera específica las edificaciones esenciales y en particular los hospitales, desarrollando un procedimiento para calcular la integridad funcional de un hospital ante un sismo dado a partir de la probabilidad de interrupción de cada uno de sus servicios. El método considera al hospital como un sistema multifuncional. Permite identificar elementos o fuentes potenciales de daño (estructural, no estructural y de equipamiento) y evaluar diferentes estrategias de intervención, reforzamiento o rehabilitación. De manera que a cada hospital puede asignarse una curva de probabilidad de fallo del sistema como una función del tamaño del sismo y de la estrategia de intervención (Monti, 1996). Su aplicación se ha implantado en diferentes hospitales de Italia (Ferrini, 2000).

Utilizando como base esta manera de describir la fragilidad de los hospitales, Nuti y Vanzi (1998), proponen un modelo para evaluar el comportamiento regional del sistema de hospitales ante un evento sísmico. Dicho modelo constituye la extensión de una metodología aplicada a redes eléctricas (Vanzi, 1996) y en la cual se integra un modelo de sismicidad con modelos simplificados de fragilidad de edificaciones y de víctimas, sobre una base de datos territoriales que permiten, a través de la definición de índices apropiados, cuantificar la respuesta del sistema hospitalario regional y la incidencia de las diferentes estrategias de intervención sobre los hospitales. Este procedimiento ha dado lugar al desarrollo del programa *GHOST* (Nuti y Vanzi, 1999) que ha sido adoptado de manera integra por el ATC (*ATC-51*, 2000) y constituye uno de los principales enfoques hasta ahora propuestos para estudiar el comportamiento sísmico del sistema sanitario a nivel regional. *GHOST* es un programa de ordenador que permite modelar la respuesta de un sistema sanitario regional ante un evento sísmico; el comportamiento del sistema se cuantifica a través de un índice asociado a la distancia recorrida por afectado a través del sistema y el comportamiento de cada hospital se cuantifica en función del coeficiente de ocupación y el número de camas perdidas (Safina, 2003).

En esta línea, en España, se han adelantado interesantes experiencias con el fin de obtener funciones de vulnerabilidad observada, sobre la base de un estudio post-sísmico de dos eventos ocurridos en la región de Almería, aunque limitada a una intensidad VII MSK. La extensión a otros niveles de intensidad ha sido posible a través de un proceso de simulación y calibración con la función de vulnerabilidad observada. Estos resultados han servido de base para su aplicación en la ciudad de Barcelona, permitiendo la obtención de diferentes escenarios de daños sísmicos (Safina, 2003).

• **Estudios Norteamericanos: FEMA, ATC y otros.**

Entre los primeros estudios realizados destaca, por su importancia y aplicabilidad, la evaluación de daños sísmicos en instalaciones de California, USA, desarrollados por "*the Federal Emergency Management Agency - FEMA*" y "*the Applied Technology Council - ATC*" (ATC-13, 1985). La información contenida en este estudio que contó con la experiencia de reconocidos expertos, representa un importante aporte, pues por primera vez y de manera sistematizada se presenta una recopilación de datos observados y procesados con la aplicación de metodologías que han permitido sistematizar los resultados en matrices de probabilidad de daño para 91 tipos de instalaciones, constituyéndose en una referencia obligada para los sucesivos estudios de estimación de impacto de daños sísmicos sobre comunidades. Además introducen una clasificación funcional de las instalaciones en la que destacan de manera específica las instalaciones destinadas a prestar servicios de salud, educación y servicios de emergencia, entre otros. Presentan además, interesantes estadísticas que permiten ratificar diferencias significativas en la importancia relativa de las edificaciones en términos de densidad ocupacional, equipamiento, costos de reposición, etc.

FEMA promueve el desarrollo de una serie de herramientas fundamentadas en un modelo de simulación por ordenador, para la estimación de los daños y pérdidas sísmicas conocido como FEDLOSS (*FEMA Earthquake Damage and Loss Estimation System*) (Moore et al, 1985) y para la estimación del impacto económico conocido como FEIMS (*FEMA Earthquake Impacts Modeling System*). Estos modelos han continuado evolucionando, integrando sobre todo nuevas herramientas para el procesamiento de datos geográficos que han permitido el desarrollo del conocido **HAZUS**.

Partiendo de la definición de un sismo hipotético, el HAZUS realiza la estimación de pérdidas debido a sismos potenciales, siguiendo una metodología basada en *Sistemas de Información Geográfica* (SIG, también denominadas GIS) y orientada a promover la mitigación del riesgo sísmico y ayudar a las administraciones locales a prepararse para reducir el impacto de un sismo. Para ello, estima las características del movimiento del terreno, el número de edificaciones dañadas, el número de víctimas, los daños en los sistemas de transporte, las interrupciones en los servicios de electricidad y agua, el número de personas desplazadas, el costo estimado de reparación de los daños proyectados y otros efectos (FEMA, 1999).

También es importante destacar el estudio conjunto NCEER-ATC sobre fragilidad de edificios (Anagnos, 1995), que constituye un importante complemento a los aportes del ATC-13 (1985), en el sentido que amplía y puntualiza la descripción de las clases de edificios realizada por el ATC-13, calibra las matrices de probabilidad de

daños con los datos observados disponibles y desarrolla expresiones analíticas de las funciones de fragilidad asociadas a dichas matrices (Safina, 2003).

El **ATC-21** (1988) evalúa la efectividad de los modelos de estimación de daños, con un importante estudio comparativo de los métodos recopilados. Además presenta una completa metodología para la evaluación de la seguridad de edificios después de un evento sísmico que ha sido aplicada a diversas instalaciones esenciales entre las que destacan hospitales, edificios gubernamentales, etc. (ATC-20-3, 1989). Prueba de ello es el estudio realizado sobre más de 340 escuelas de la ciudad de Quito, Ecuador (Fenández, 1996) y la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones esenciales que incluyen, 202 escuelas, 22 hospitales y 74 estaciones de bomberos de los condados de Memphis y Shelby, Tennessee (Chang, 1995).

La legislación norteamericana ha tomado la iniciativa para reducir el riesgo ante daños significativos en instalaciones esenciales como los Hospitales (Staehtlin, 1997). Para ello, han desarrollado una política de adecuación de la infraestructura existente, fundamentada en diferentes estándares de comportamiento sísmico estructural y no estructural, que persigue como objetivo principal elevar el comportamiento sísmico de "todas las instalaciones de salud" para garantizar antes del año 2.008, la seguridad de la vida de todos sus ocupantes y antes del año 2.030, la capacidad de las instalaciones de permanecer operativas después de un evento sísmico (Thiel, 1997).

En esta línea, se han realizado diferentes iniciativas (Safina, 2003) reconociendo la necesidad de desarrollar una nueva generación de procedimientos de diseño que garanticen el apropiado comportamiento sísmico de las edificaciones y en particular de las edificaciones esenciales. Una descripción y comparación de las diferentes metodologías se desarrolla en el informe final del llamado **Comité VISION 2000** (SEAOC, 1995), donde entre otras cosas se puntualiza la definición de los niveles de comportamiento, los niveles de la acción sísmica y los objetivos de diseño para instalaciones básicas, esenciales y críticas. En particular, para instalaciones esenciales (hospitales, estaciones policiales y de bomberos, centros de comunicación, centros de control de emergencias, etc.) se recomiendan como objetivos de diseño que las instalaciones se mantengan en un estado de total operación ante sismos de naturaleza frecuentes a ocasionales, en un estado de operación aunque con daños ligeros ante un sismo de rara ocurrencia y que se garantice la vida de sus ocupantes aunque con daños moderados ante un sismo de muy rara ocurrencia.

Un enfoque similar fue desarrollado por el **ATC-40** (1996) con la particularidad que la definición del nivel de comportamiento sísmico de la edificación es función del nivel de comportamiento de los componentes estructurales y no estructurales que lo integran. Ambos enfoques exigen lo que se ha denominado un *diseño por multi-objetivo*, donde se espera la satisfacción de determinados niveles de comportamiento para diferentes niveles de excitación sísmica. Sobre esta misma línea y en particular para edificaciones esenciales destacan las exigencias contenidas en el CBSC (1995) conocidas como el Título 24 del Código de California para escuelas, universidades y hospitales y las guías para el diseño sísmico de instalaciones esenciales del llamado *Tri-Service* (Freeman, 1984).

• **Otras líneas de investigación.**

Entre los aportes orientados a evaluar la vulnerabilidad sísmica no estructural de instalaciones sanitarias, destaca un método de evaluación cualitativo fundamentado en los aspectos configuracionales arquitectónicos y funcionales de sistemas y componentes no estructurales, cuya aproximación a través de diferentes niveles de evaluación ha hecho posible su aplicación al llamado "distrito médico" de la ciudad de Caracas, Venezuela (Guevara, 1996). Sobre esta base, se ha propuesto un método para la evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad funcional de hospitales existentes afectados por un evento sísmico (Guevara y Álvarez, 2000).

Una evaluación crítica de las diferentes estrategias empleadas en los códigos de diseño sísmico para la reducción de la vulnerabilidad de los hospitales es presentada por Grases J. (1990). Se destaca la variabilidad del factor de importancia asignado a los hospitales en los diferentes códigos latinoamericanos como estrategia habitual empleada para incrementar las fuerzas de diseño con miras a reducir los daños potenciales debido a sismos futuros. Se propone un esquema para la selección de la acción a ser considerada en el diseño o evaluación de este tipo de infraestructura, basada en determinados niveles de comportamiento esperado siguiendo el esquema propuesto en otras instalaciones como plantas nucleares y presas. Una particularización para el caso del código sísmico venezolano vigente entre los años 1982-1998 (Grases, 1992) demuestra la inconsistencia de emplear valores constantes del factor de importancia independiente del nivel de riesgo considerado y la necesidad de impulsar como metodología el diseño basado en multi-niveles de resistencia asociados a los diferentes niveles de respuesta esperado.

Grases (1990), realiza una evaluación crítica de las diferentes estrategias empleadas en los códigos latinoamericanos de diseño sísmico, para la reducción de la vulnerabilidad de los hospitales. Se propone un esquema para la selección de la acción a ser considerada en el diseño o evaluación de este tipo de infraestructura, basada en determinados niveles de comportamiento esperado siguiendo el esquema propuesto en otras instalaciones como plantas nucleares y presas. Una particularización para el caso del código sísmico venezolano vigente entre los años 1982-1998 (Grases, 1992) demuestra la inconsistencia de emplear valores constantes del factor de importancia independiente del nivel de riesgo considerado y la necesidad de impulsar como metodología el diseño basado en multi-niveles de resistencia asociados a los diferentes niveles de respuesta esperado (Safina, 2003).

Entre las diversas experiencias en esta línea de investigación, destaca el esquema de identificación de daños en edificios de hormigón reforzado, propuesto por el JBPDA - "*Japan Building Disaster Prevention Association*", quienes categorizan el nivel de daño en las edificaciones a través de un índice que toma en cuenta los daños observados en elementos estructurales. Este esquema se desarrolla en dos niveles de evaluación y constituye una norma para la evaluación de los daños en edificaciones de Japón, que ha sido aplicada para clasificar los daños en más de 700 escuelas de las ciudades de Kobe y otras ciudades afectadas por fuertes movimientos sísmicos (Okada et al., 2000).

Otra experiencia en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares se ha implantado en la ciudad de Quito, Ecuador, donde destaca la

definición de un criterio propio de reforzamiento, de acuerdo a los niveles de daños esperados para tres niveles de movimiento sísmico predefinidos (Fenández, 1996). Este tipo de evaluaciones se han extendido inclusive a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de iglesias (Uzategui, Montilla, 1996). Asimismo, existen diversos manuales de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones (Rodríguez, Castrillón, 1995).

La estimación de pérdidas debidas a sismos futuros es esencial para la toma de decisiones apropiadas en la mitigación de riesgos tanto a nivel local, regional y nacional. Constituyen la base para el desarrollo de políticas de mitigación de pérdidas futuras, el desarrollo de planes de emergencia, planes de respuesta y planes para la atención y recuperación de los desastres sísmicos. En la mitigación, la estimación de pérdidas futuras proporciona las bases para la planificación, zonificación, el desarrollo de regulaciones y códigos de diseño, así como las políticas orientadas a reducir el riesgo sísmico (Safina, 2003). En lo referente a preparación, es esencial la comprensión del alcance y complejidad de los daños sísmicos en edificios, víctimas e interrupción de servicios; estas estimaciones pueden ser la base para el desarrollo de planes de emergencia, así como la organización de ensayos y ejercicios de respuesta ante un sismo.

La estimación de pérdidas puede constituir una importante herramienta para soportar decisiones durante el período de respuesta o atención después de un sismo real, ya que puede ayudar a administrar la emergencia, identificando áreas dañadas y proporcionando rápidas estimaciones de daños y víctimas del terremoto, o bien, proyecciones de daños, pérdidas, damnificados y estimación de recursos necesarios para la atención de las víctimas. Una rápida respuesta ante daños sísmicos redundará en una reducción de pérdida de vidas, complicaciones de los afectados y daños secundarios.

4.2 Morbilidad y mortalidad provocadas por los terremotos.

En la mayoría de los terremotos, las personas fallecen por energía mecánica como resultado directo del aplastamiento por materiales de construcción. Las muertes directas pueden ser *instantáneas*, *rápidas* o *retrasadas* (Pretto y Safar, 1993; Pretto, 1994 y Mikaelyan, 1990; Rincón, 2003):

1. **Instantáneas.** Son debidas a heridas por:
 - Golpes severos en la cabeza o en el tórax.
 - Por impactos o aplastamiento.
 - Hemorragias internas o externas.
 - Ahogamiento por inundaciones rápidas costeras por los tsunamis.
2. **Muerte rápida.** Ocurre en minutos u horas y se puede deber a la asfixia por inhalación de polvo o compresión del pecho, shock hipovolémico o exposición ambiental, quemaduras, etc.

3. **Muerte retrasada o tardía.** Ocurre en días y se debe a la deshidratación, hipotermia, hipertermia, síndrome de aplastamiento, infecciones de heridas o sepsis postoperatoria.

La mayoría de los politraumatizados sufren múltiples heridas. La **principal causa de muerte** en las víctimas de un terremoto se describe en la tabla 1.12.

Tabla 1.12. Porcentaje de lesiones que producen mortalidad en las víctimas de un terremoto.

Tipo de lesión	Víctimas
Asfixia	50%
Lesiones por aplastamiento	12%
Quemaduras y lesiones por inhalación	12%
Heridas directas	8%
Heridas en la cabeza	3%
Shock hipovolémico	2%
Lesiones en tórax y abdomen	2%

En la tabla del ANEXO 9, se describen los patrones lesionales de los terremotos y también los de catástrofes de otra naturaleza. Las lesiones mecánicas por aplastamiento, compresión y enterramiento bajo escombros son los más frecuentes, encontrando como lesiones principales heridas, fracturas y aplastamientos.

Como en otros desastres naturales, la mayoría de las personas que requieren asistencia médica después de terremotos, tiene lesiones menores causadas por la caída de materiales como piezas de tabiquería, muros, revestimientos, vigas (Jones,1989), voladizos, adornos, cornisas, etc. y por mobiliario u objetos cortantes (como cristales de ventanas y vitrinas) etc. Otra razón para la búsqueda de atención médica son las fracturas que no requieren cirugía (Malilay, 1986). Tales tipos de lesiones benignas usualmente sólo requieren manejo ambulatorio y tienden a ser más comunes que las lesiones severas que demandan hospitalización. Por ejemplo, después del terremoto de 1968 al sur de Khorasan (Irán), únicamente 368 (3,3%) de las 11.254 personas lesionadas requirieron manejo intrahospitalario (Memarzadeh, 1978). Un patrón similar de lesiones fue discutido en los informes de Durkin, Thiel y colaboradores, los cuales mostraron, con posterioridad al terremoto de 1989 en Loma Prieta, que el 60% de los lesionados se trataron por sí mismos o recibieron tratamiento en ambientes no hospitalarios (Durkin, 1991). Esos hallazgos sugieren que un número grande de lesiones relacionadas con los terremotos se maneja fuera del sistema formal de salud y otro tanto en ambulatorios. Esto implica que estos sistemas han de ser también de respuesta rápida y eficaz, de lo contrario sobrecargarán y dificultarán las labores en los PSA y sobre todo en los servicios de urgencia hospitalarios.

Las lesiones severas que requieren hospitalización incluyen fracturas de cráneo con hemorragia (por ejemplo, hematoma subdural), lesiones cervicales con compromiso neurológico y daño a los órganos intratorácicos, intraabdominales e intrapélvicos tales como neumotórax, laceraciones del hígado o ruptura esplénica (Noji, 1992). Muchas personas seriamente lesionadas presentan varios compromisos como neumotórax con fractura de extremidades. Mayores detalles están disponibles a partir de los datos recogidos sobre 4.832 pacientes admitidos en los hospitales después del terremoto de Armenia en 1988 (Noji, 1990). De manera similar a otros grandes terremotos, los datos muestran que la combinación de lesiones constituyó el 39,7% de los casos. El trauma superficial, las laceraciones y las contusiones, fue lo más frecuentemente observado (24,9%), seguido de las lesiones en cabeza (22%), extremidades inferiores (19%), síndrome de aplastamiento (11%) y trauma de extremidades superiores (10%).

En el terremoto de Tangshan (China 1976) el síndrome de aplastamiento constituyó el 2,5% de las lesiones, y el 22.3% de todas las fracturas fueron fracturas de pelvis. El 14% de los heridos tuvieron fracturas vertebrales, y se produjo paraplejia en más de 5.000 heridos.

Aproximadamente un 10% de los supervivientes de un terremoto, van a presentar lesiones en tórax, sobre todo fracturas costales y neumotórax (Sevda Özdogan, 2001).

En terremotos pasados, la hipotermia, la infección secundaria de heridas, la gangrena que requirió amputación, la sepsis, el síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA), el fallo multiorgánico y el síndrome de aplastamiento, han sido las complicaciones más frecuentes. El síndrome de aplastamiento resulta de la prolongada presión sobre las extremidades, causante de la desintegración del tejido muscular (rabdomiolisis) y la liberación de mioglobina, potasio y fosfatos en la circulación (Noji, 1992). Los efectos sistémicos incluyen shock hipovolémico, hipercaliemia, fallo renal y arritmias cardíacas fatales. Los pacientes pueden desarrollar fallo renal y requerir diálisis (Eknayan, 1993). En el terremoto de Armenia de 1988, más de 1.000 víctimas atrapadas en edificios colapsados desarrollaron síndrome de aplastamiento, 323 desarrollaron fallo renal agudo secundario que requirió diálisis (Aznaurian, 1990).

Pueden esperarse amputaciones y secuelas crónicas de lesiones ortopédicas y neurológicas, especialmente lesiones de la médula espinal (Frechette, 1989); por ejemplo, una tasa de 1,5 casos de paraplejía por 1.000 lesionados, se observó después del terremoto de Guatemala (Ville de Goyet, 1976) y más de 2.200 parapléjicos resultaron en Tangshan en 1976, (Chen, 1988). Ahí, todas esas discapacidades crónicas requirieron tratamiento prolongado y rehabilitación, con grandes erogaciones para el sistema de salud de la región.

Hay evidencia creciente de que los elementos no estructurales (es decir, fachadas, paredes divisorias, techos, ornamentos arquitectónicos externos) y el contenido de las edificaciones (por ejemplo, vidrio, muebles, utensilios, aplicaciones, sustancias químicas) pueden causar un aumento importante de la morbilidad posterior a los terremotos (Rahimi, 1993). En un estudio del terremoto de Whittier Narrows, al sur de California, en 1987 (magnitud 5,9), se vió que las lesiones ocurrieron "primariamente por causa de los objetos que cayeron de los estantes o las paredes,

caída de partes de los edificios, el comportamiento de la persona lesionada durante o inmediatamente después del terremoto o porque la persona se cayó durante el terremoto” (Goltz, 1992). En otro estudio, las lesiones relacionadas con caída de material fueron las más frecuentemente documentadas en ausencia de un colapso estructural (Durkin, 1991). Este tipo de lesión fue responsable de más de 30% de las que ocurrieron durante y después de la sacudida. Mucha gente con lesiones por desprendimiento de objetos o materiales después de cesar la sacudida, trataba de evacuar a través de salidas oscuras. Aunque la mayoría de lesiones por caídas o por ser golpeado por elementos no estructurales son leves comparadas con aquellas resultantes del colapso de estructuras, algunos objetos físicos (por ejemplo, estantes metálicos altos, barriles de vino, gabinetes) y algunas instalaciones (escaleras) son particularmente peligrosas y pueden causar serias lesiones.

Aunque muchas estructuras pueden estar en riesgo de daño en áreas altamente sísmicas, la mayoría de muertes o lesiones serias en los terremotos tienden a ocurrir en un número relativamente pequeño de construcciones e instalaciones dañadas y ampliamente distribuidas en el área afectada (Haynes, 1992). Por ejemplo, 50 de 62 muertes en el terremoto de Loma Prieta ocurrieron en la estructura de la autopista Cypress en Oakland y 40 de 64 en el terremoto de San Fernando en 1971, como resultado del colapso del Hospital de Veteranos. Los datos de terremotos en otros países también sugieren que un número relativamente pequeño de estructuras dañadas es la fuente de la gran mayoría de lesiones serias (Coburn, 1992).

La distribución de las heridas y lesiones entre los supervivientes del terremoto de Armenia de 1988 (Noji, 1989) se describe en la tabla 1.13:

Tabla 1.13. Porcentaje de de lesiones entre las víctimas del terremoto de Armenia de 1988.

Tipo de lesión	Porcentaje de víctimas
Trauma superficial	24.9%
Fractura en miembros inferiores	12.1%
Lesiones por aplastamiento	11%
Conmoción cerebral	8.6%
Lesiones de espalda y columna vertebral	8%
Heridas en la cabeza	6.6%
Lesiones en miembros superiores	5%
Otras lesiones	25%

También ha sido analizada la morbi-mortalidad de las víctimas afectadas por el terremoto de Kobe de 1995, donde se produjeron 5.500 muertos, 41.000 heridos y destruyó más de 192.000 construcciones. Los datos encontrados en los hospitales analizados por Tanaka (1999), se describen en las siguientes tablas (Tabla 1.14 y 1.15)

**Tabla 1. 14. Morbilidad y mortalidad encontrada en los hospitales.
(Terremoto de Kobe, 1995)**

Tipo de lesión	Nº de pacientes	Nº de muertos (%)
Sínd. de aplastamiento	372	50 (13.4)
Otros traumatismos	2.346	128 (5.5)
Enfermedades	3.389	349 (10.3)
TOTAL	6.170	527 (8.6)

Tabla 1. 15. Morbilidad y mortalidad encontrada en los pacientes hospitalizados (Terremoto de Kobe, 1995)

Tipo de lesión	Nº de lesiones (Tasa de mortalidad)
Sínd. de aplastamiento	372 (13%)
Cabeza	50 (11%)
Tórax	79 (5%)
Abdomen	67 (28%)
Fracturas	1.489 (0.7%)
Espinal	29 (3%)
Partes blandas	955 (0.9%)
Quemaduras	51 (2%)
Intoxicación	16 (0%)
Asfixia por traumatismo	7 (71%)
Nervios periféricos	131 (0.8%)
Otros	117 (57%)

En 1999 se produjo un gran terremoto en Chi-Chi (Taiwán), que se cobró 2.347 muertos y 10.718 heridos, cuyos datos están recogidos en las tablas 1.16 , 1.17 y 1.18, correspondientes a más de 1000 pacientes ingresados en hospitales.

Tabla 1.16. Localización y cuantificación de las lesiones. (Chi-Chi,1999)

Localización de las lesiones (1.438)	Nº y porcentaje de las lesiones
Cabeza y cuello	215 (14.95%)
Tronco	143 (9.94%)
MMSS	158 (10.99%)
MMII	442 (30.74%)
Múltiples	441 (30.67%)

Los equipos médicos que prestaron asistencia en este terremoto realizaron triage a 1272 víctimas, que fueron clasificadas:

- Categoría I: 85 (6%)
- Categoría II: 444 (34%)
- Categoría III: 632 (49%)
- Categoría IV: 111 (8%)

Tabla 1. 17. Tipo de lesiones, (Terremoto de Chi-Chi, 1999)

Tipo de lesiones (1639)	Nº y porcentaje de lesiones
Fracturas	207 (12%)
Partes blandas	756 (46%)
Lesiones cerebrales	49 (2%)
Lesiones internas	15 (0.9%)
Contusiones	573 (35%)
Aplastamiento	32 (2%)
Quemaduras	38 (2%)
Shock	13 (0.8%)
Otras	5 (0.3%)

Tabla 1.18. Nº de fallecidos por edad en el terremoto de Chi-Chi, 1999.

Edad	Nº de muertos (%)
0-5	152 (6.47%)
5-14	255 (10.86%)
14-65	1268 (54.02%)
65-70	172 (7.32%)
70-75	181 (7.71%)
75-80	143 (6.09%)
>80	149 (6.34%)

En el capítulo 4 se describen los resultados de la estimación de víctimas mortales y heridos con sus distintas patologías, atendiendo a la categoría lesional (Triage), para el caso de terremotos destructores en el área metropolitana de Granada. Para ello se ha seguido la metodología empleada en el capítulo 3.

4.3 Factores que influyen en la morbilidad y la mortalidad por terremotos.

4.3.1 Factores naturales

Deslizamientos

Los deslizamientos de tierra y los flujos de lodo desencadenados por los terremotos han sido los causantes de la mayoría de las muertes y las lesiones serias en varios terremotos recientes, incluyendo los de Tajikistán (1989), Filipinas (1990), Colombia (1994) y El Salvador (2004), (García,1994). A comienzo de este siglo, los deslizamientos fueron claramente los hallazgos dominantes en los terremotos de China, 100.000 muertos en 1920, y uno que mató más de 66.000 en Perú en 1970 (Blake, 1970). Los deslizamientos pueden enterrar poblados y casas en laderas, barrer vehículos lejos de las vías, en barrancos, especialmente en áreas montañosas. Los deslizamientos y flujos de detritos causados por los terremotos pueden también represar ríos. Esos represamientos pueden llevar a inundaciones en tierras aguas arriba y, si el dique se rompe de repente, puede causar olas de agua y arrastres detríticos enviados súbitamente aguas abajo. En algunos casos, los deslizamientos pueden ser desencadenados por una réplica, después de la sacudida principal. Algunos grandes flujos de escombros se inician lentamente con un goteo pequeño que luego se agiganta. En esos casos puede haber el suficiente aviso y una comunidad atenta al riesgo evacúa oportunamente. Estos dos peligros (deslizamientos y flujos de lodo) ponen en riesgo los asentamientos humanos y son causas de víctimas.

Tsunamis (ondas sísmicas marinas)

Los terremotos submarinos pueden generar destructivos tsunamis (serie de olas de inundación) que viajan miles de millas sin disminuir su energía antes de ocasionar destrucción a las líneas costeras y alrededores de bahías y puertos. Un tsunami puede ser creado directamente por los movimientos de tierra bajo el agua durante terremotos o por grandes deslizamientos submarinos, incluyendo los ocurridos bajo el agua. Pueden viajar miles de Kilómetros a gran velocidad (483-966 km/h) y con muy poca pérdida de energía. Las olas altas en aguas oceánicas profundas pueden alcanzar solo unos pocos decímetros y pasar bajo los barcos con pocas molestias, pero en las aguas costeras poco profundas, donde decrece su velocidad hasta unos 50 Km/h, y debido al amontonamiento de agua, su altura aumenta drásticamente hasta incluso decenas de metros en costas someras, con un impacto devastador sobre las embarcaciones y las comunidades al borde de la playa. Las crestas sucesivas pueden arribar a intervalos entre 10 y 45 minutos y causar destrucción por varias horas. Las características de la batimetría y la forma del litoral influyen en la altura de las olas y la topografía en el alcance de la inundación.

Las costas del Pacífico de los Estados Unidos y del Índico son las de mayor peligro y donde hay mayor riesgo de tsunamis, fundamentalmente por los terremotos en Suramérica y la región de Alaska/Islands Aleutianas. Por ejemplo, en 1964, el terremoto de Alaska generó un tsunami con olas de 6 metros de altura a lo largo de las costas de Washington, Oregón y California y causó grandes daños en Alaska y Hawaii.

Mató 122 personas mientras cerca del epicentro del terremoto murieron sólo 9. Los tsunamis son claramente la principal amenaza relacionada con los terremotos para los habitantes de Hawái. Recientemente, los tsunamis generaron la mayoría de las muertes y las lesiones serias en Nicaragua (1992), norte de Japón (1993) e Indonesia (1992, 1994, 2004 y 2006) (U.N. Economic Commission for Latin America (ECLAC) (1992). Un ejemplo muy reciente y ampliamente difundido en los medios de comunicación ha sido el devastador tsunami de 2004 generado en Sumatra (Indonesia).

Réplicas

La mayoría de los terremotos grandes son seguidos por réplicas, algunas de las cuales pueden ser tan fuertes como el terremoto mismo. Estas réplicas han de tenerse en cuenta en las labores de rescate y atención sanitaria urgente en las zonas más dañadas pues el mayor número de réplicas se producen en las primeras horas y días tras el terremoto. Muchas muertes y lesiones serias ocurrieron por una fuerte réplica 2 días después del terremoto de Ciudad de México, el 19 de septiembre de 1985, el cual mató 10.000 personas (Díaz de la Garza JA.,1987). La importancia de los daños producidos por las réplicas es debida al crecimiento de la vulnerabilidad de las construcciones a causa de los daños producidos por el terremoto principal. Esta vulnerabilidad sigue aumentando a medida que ocurren más réplicas si estas tienen una magnitud suficiente.

La evaluación rápida de la habitabilidad de los edificios afectados y la identificación clara de aquellos que son peligrosos e inhabitables es una tarea relevante tras todo terremoto destructor, evitándose así la ocupación de aquellas viviendas que potencialmente podrían colapsar o sufrir daños graves con las réplicas y ser fuente de nuevas lesiones u muertes.

Condiciones climáticas locales

Se sabe que las condiciones climáticas locales afectan el tiempo de supervivencia de las personas atrapadas en los edificios colapsados después de un terremoto. Tienen una gran influencia sobre el porcentaje de lesionados que mueren antes de ser rescatados. Por ejemplo, las duras condiciones del invierno presentes durante el terremoto de Armenia en 1988, el cual mató a más de de 25.000 personas, disminuyó la probabilidad de supervivencia de los atrapados aunque sus lesiones originales fueron menores. Algunas de las personas que se rescataron de alguna manera pudieron haber perecido a causa del intenso frío en la región montañosa. Este es un factor añadido que nos indica la urgencia de realizar los rescates y atención sanitaria de personas atrapadas.

Hora del día

La hora del día es un factor importante y determinante en el riesgo de morir o lesionarse a causa de la probabilidad de quedar atrapado por un edificio colapsado. Por ejemplo, el terremoto de Armenia en 1988 ocurrió a las 11:41 a.m. y muchas personas quedaron atrapadas en las escuelas, edificios de oficina o fábricas. Si el terremoto hubiera ocurrido a otra hora, los patrones de lesiones y muertes hubieran sido bastante diferentes. El terremoto de Long Beach, California, en 1933, causó grandes daños a las escuelas pero no hubo muertes debido a que ocurrió a una hora en que la escuela no funcionaba (Jones, 1989). En Guatemala, el terremoto de 1976, con

24.000 muertos, ocurrió a las 3:05 a.m. mientras la mayoría de la gente estaba durmiendo en sus viviendas. Si el mismo terremoto hubiese ocurrido más tarde, mucha más gente podría haber estado afuera y no se habrían lesionado (*U.S. Agency for International Development (USAID), 1978*)

Por otro lado, el terremoto de Northridge en 1994, al sur de California, mató solo 60 personas (Hall, 1994), el número de lesiones y muertes entre 700.000 escolares y 6 millones de viajeros al trabajo probablemente habría sido mucho peor si ocurre a las 9 de la mañana, un día de escuela y de trabajo y no a las 4:31 a.m. de un día festivo.

La noche resultó letal en el terremoto de Bolivia (1998), en el que la mayor parte de los daños ocurrió en casas de adobe. En las zonas urbanas, en las que los edificios de vivienda están bien construidos pero no así las escuelas y oficinas, los terremotos diurnos provocan tasas de mortalidad más altas. Ese fue el caso del terremoto que sacudió a dos ciudades de Venezuela en 1997. En Cumaná se desplomó un edificio de oficinas y en Cariaco resultaron destruidas dos escuelas; esos edificios fueron los sitios donde ocurrió el número mayor de defunciones y lesiones.

Así, la hora del día en que ocurre un terremoto es un factor crucial en el número de víctimas, hasta el punto que muchos escenarios de daños sísmicos tienen en cuenta la hora de la ocurrencia para calcular las víctimas en función de los daños potenciales en las construcciones que, de acuerdo a ese intervalo temporal, deben estar usando las personas. Igualmente se considera además si el día es laboral o festivo por su incidencia en la ocupabilidad de las construcciones de uso no permanente.

Factores generados por el hombre

Los incendios y la rotura de diques en un terremoto son ejemplos de grandes complicaciones causadas por las construcciones hechas por el hombre, que agravan los efectos destructivos del terremoto. En los países industrializados, un terremoto también puede ser la causa de un gran desastre tecnológico por el daño o la destrucción de estaciones nucleares, centros de investigación, áreas de almacenamiento de hidrocarburos y fábricas de productos químicos y tóxicos. En algunos casos, tales desastres 'posteriores' pueden causar muchas más muertes que las causadas directamente por el terremoto (Alexander, 1985).

Materiales peligrosos

Nuestras modernas ciudades industriales están cargadas de productos químicos y de petróleo que podrían contribuir sustancialmente a la generación de tóxicos después de un terremoto (Showalter y Myers, 1994). Las instalaciones industriales de almacenamiento de materiales peligrosos podrían explotar o agrietarse y los daños en una planta de energía nuclear podrían llevar a una extensa contaminación por materiales radiactivos. En un terremoto de importancia, las tuberías que llevan gas natural, agua y excretas se pueden romper. Después del terremoto de Loma Prieta, cerca de 20% de las lesiones fueron causadas por materiales tóxicos (Durkin, 1991).

Los esfuerzos para rescatar a los ocupantes atrapados de un edificio colapsado pueden también exponer al personal de rescate a una variedad de peligros, como los provenientes del daño a los servicios. Por ejemplo, la destrucción de edificaciones e

instalaciones industriales por cualquier catástrofe invariablemente resultará en ruptura de líneas eléctricas, de gas, de agua y alcantarillado. Otras amenazas son los escapes de gas y sustancias químicas usadas en las unidades de refrigeración y en ciertas operaciones industriales. Entonces, el personal de rescate debe tomar todas las medidas de seguridad para protegerse de lesiones.

Riesgo de incendios

Uno de los más severos desastres secundarios que pueden seguir a los terremotos es el incendio. Las sacudidas severas pueden causar cortocircuitos de estufas, calentadores, luces, y otros elementos que pueden iniciar las llamas. Históricamente, en Japón los terremotos que desencadenan incendios tienen 10 veces más muertos que aquéllos que no lo hacen (Coburn, 1987). El terremoto de Tokio de 1923, el cual mató más de 140.000 personas, es un ejemplo clásico del potencial de los incendios para producir un enorme número de casos después de los terremotos y recientemente el terremoto de Kobe, 1995.

En forma similar, el gran incendio ocurrido después del terremoto de San Francisco en 1906, fue responsable de muchos más muertos que los originados directamente por los destrozos. Más recientemente, el terremoto de 1994 en Northridge, California, mostró que las fuertes vibraciones pueden separar los puntos de conexión de las líneas subterráneas de combustible o gas causando escapes de mezclas explosivas o volátiles y desencadenar incendios. En forma similar, durante las primeras 7 horas después del terremoto de Loma Prieta en 1989, al norte de California, San Francisco tenía 27 incendios estructurales y más de 500 avisos de incidentes de fuegos. Además, el suministro de agua de la ciudad se interrumpió, comprometiendo seriamente la capacidad de lucha contra el fuego.

Entre las consecuencias del terremoto que asoló Kobe (Japón) en 1995, se encuentran los más de 150 incendios que se produjeron y a los que se atribuyeron unas 500 defunciones y daños en aproximadamente 6.900 estructuras. El bloqueo de las calles por los edificios derrumbados y los escombros, así como el grave daño en los sistemas de suministro de agua, dificultaron los esfuerzos encaminados a apagar el fuego.

Quizás, las áreas más vulnerables son los sectores de casas construidas con cualquier material en la periferia de muchas ciudades rápidamente pobladas en los países en vías de desarrollo ('asentamientos ilegales' o 'invasiones'). Muchas de ellas tienen el potencial de presentar conflagraciones catastróficas después de los terremotos.

Diques y presas

Los diques también pueden fallar, amenazando a las comunidades aguas abajo. Un procedimiento estándar después de cualquier terremoto debe ser la inmediata inspección de los daños en todos los diques de la vecindad y una rápida reducción de los niveles de agua de cualquier presa sospechoso de haber sufrido un daño estructural.

En España la normativa de construcción sismorresistente de presas y pantanos es muy estricta y tienen en cuenta los terremotos máximos que pueden afectarlas.

Factores estructurales

El trauma causado por el colapso parcial o completo de las estructuras hechas por el hombre es la causa más común de muerte y lesión en la mayoría de los terremotos. Cerca de 75% de las muertes atribuidas a terremotos en este siglo fueron causadas por el colapso de edificaciones que no fueron adecuadamente diseñadas para sismorresistencia, construidas con materiales inadecuados o pobremente edificadas (Coburn et al, 1992). Los resultados de los estudios de campo después de terremotos han demostrado que los diferentes tipos de edificaciones se deterioran en diferentes formas cuando están sujetos a fuertes vibraciones y movimientos del terreno. También hay evidencia de que esos diferentes tipos de edificaciones infligen lesiones en diferentes formas y con diferentes grados de severidad cuando se colapsan (Roces, 1992).

Glass (1977) fue uno de los primeros en aplicar la epidemiología al estudio del colapso de las edificaciones. Identificó el tipo de construcción de la vivienda como un factor de riesgo mayor para lesiones. Quienes vivían en las casas de adobe de nuevo estilo tenían el mayor riesgo de lesión o muerte, mientras que aquéllos en las casas tradicionales de barro y palo tenían el menor riesgo. Con mucho, la mayor proporción de víctimas ha muerto por el colapso de las edificaciones de mampostería no reforzada (es decir, adobe, cascajo o tierra apisonada) o de ladrillo refractario no reforzado y mampostería de bloques de cemento que pueden colapsar aún con sacudidas de baja intensidad y muy rápidamente con aquéllas de alta intensidad. Las estructuras de adobe, frecuentes en las zonas altamente sísmicas del mundo (por ejemplo, el este de Turquía, Irán, Pakistán, India, China, etc. y Latinoamérica) no sólo tienen paredes propensas al colapso sino techos muy altos (Mitchell, 1983 y Mehrain, 1991). Cuando colapsan, esas paredes y techos altos tienden a matar muchas de las personas en las casas (Ceciliano, 1993). En los Estados Unidos, las edificaciones de mampostería no reforzada abundan en las regiones propensas a terremotos en la región central (por ejemplo, la zona sísmica de Nuevo Madrid). La mayoría de esas edificaciones permanecen sin ningún grado de reforzamiento sismorresistente.

Las casas con estructura de hormigón armado son generalmente seguras (es decir, menos probabilidad de que colapsen) pero también son vulnerables dependiendo si tienen o no en cuenta el sismo en el diseño, correspondiente cálculo de detalle estructural, una buena práctica constructiva y finalmente el control de calidad de la obra (ajuste al diseño, detalleo, materiales y ejecución material). Estas obras cuando colapsan son considerablemente más letales y matan a sus ocupantes en un porcentaje mayor que las edificaciones de mampostería. En la segunda mitad de este siglo, la mayoría de los terremotos que han sacudido centros urbanos ocasionaron colapsos de edificios de hormigón armado y las muertes debidas al colapso de esos edificios son significativamente mayores de lo que fue a comienzos de siglo. El hormigón armado requiere sofisticadas técnicas de construcción; sin embargo, a menudo se usa en comunidades en todo el mundo donde la competencia técnica es inadecuada o hace falta inspección y control. Fallos catastróficos de modernos edificios de hormigón armado reforzado, causadas por el colapso de sus soportes han sido descritas recientemente en Ciudad de México (1985), El Salvador (1986), Armenia (1988), Izmit (Turquía, 1999) Izenmouren (Marruecos, 2004). Mientras los escombros de

las edificaciones destruidas de adobe, piedra y ladrillo refractario pueden ser removidos con herramientas primitivas, el hormigón armado implica graves problemas para el personal de rescate, particularmente si no hay suficiente maquinaria y equipos disponibles.

En repetidas ocasiones, las edificaciones con estructura de madera, como las casas suburbanas en California, se han descrito entre las más seguras, y que uno podría estar dentro durante un terremoto. Adicionalmente, esas edificaciones están construidas con elementos de madera liviana - travesaños de madera para las paredes, vigas y viguetas de madera para los techos y los pisos. Aunque colapsaran, su potencial para causar lesiones es mucho menor que las viejas edificaciones de piedra no resistentes, como las usadas a menudo para negocios, oficinas o colegios. La relativa seguridad de las edificaciones con estructura de madera se mostró cuantitativamente en el terremoto de Filipinas en 1990. Las personas dentro de edificaciones de concreto o materiales mixtos tenían 3 veces más probabilidades de sufrir lesiones que quienes estaban dentro de edificaciones de madera (Centers for Disease Control, 1990).

Otro factor de riesgo estructural para morir o sufrir lesiones severas en los terremotos es la altura de la vivienda. En el terremoto de Armenia en 1988, las personas dentro de edificaciones con 5 o más pisos tenían 3,65 veces más riesgo de ser lesionadas al comparar con quienes estaban dentro de edificios de menos de 5 pisos (Armenian, 1992) y en el de Filipinas, las personas dentro de edificios con 7 o más pisos tenían 34,7 veces mayores probabilidad de lesiones, (Roces, 1992). Salir de un edificio elevado para quienes viven en los pisos superiores es improbable antes de que colapse la construcción y si colapsa completamente, es posible que quede atrapado el 70% de los ocupantes (Coburn, 1992). De otro lado, en los edificios bajos, que quizá tomen 20 a 30 segundos para colapsarse, más de las tres cuartas partes de los ocupantes podrían escapar (Coburn, 1992).

El daño de otras estructuras civiles, como las redes de transporte (es decir, puentes, autopistas y líneas férreas), también puede resultar siendo una seria amenaza para la vida en los terremotos. Por ejemplo, en el terremoto de Loma Prieta, 42 de las 62 muertes ocurridas, resultaron del colapso de la sección superior del viaducto Ciprés de la carretera interestatal 880 en Oakland, la cual atrapó a los motoristas que conducían sobre la sección inferior.

Factores no estructurales

Se sabe que los elementos no estructurales y contenidos de las edificaciones fallaron y causaron lesiones importantes en terremotos pasados. El cerramiento de fachadas, paredes divisorias, parapetos de techo, ornamentos arquitectónicos externos, chimeneas de mampostería no armada, cielos rasos, pozos de ascensor, tanques de techo, luces suspendidas y los contenidos dentro de las edificaciones como los accesorios elevados en los hospitales, están entre los numerosos elementos no estructurales que pueden caer en un terremoto y causar lesiones o, a veces muerte.

El frecuente colapso de las escaleras hace particularmente difícil escapar, pues muchos edificios sólo tienen una escalera. La falta de buen anclaje de los elementos no estructurales y la menor calidad de ejecución de los mismos son dos factores que aumentan la vulnerabilidad de estos elementos en las construcciones granadinas, por

no cumplir estrictamente esta parte tan relevante de la normativa antisísmica. Esto se traduce en una mayor dañabilidad de los mismos y en un porcentaje esperado de lesiones mayor de lo que debería ser para zonas de peligrosidad sísmica moderada como la nuestra.

Además, los muebles pesados, las instalaciones, las estanterías para libros, los equipos y los objetos ubicados en sitios altos pueden caer y causar lesiones, a menos que estén asegurados a la estructura. Aunque los estudios recientes indican que los elementos no estructurales como los cielos rasos y los contenidos de las edificaciones como equipo de oficina y de hogar, tienen poca probabilidad de causar lesiones fatales, tales elementos son responsables de numerosas lesiones leves y moderadas que implican costos en la atención (Wagner, 1993) y sobre todo tiempo.

4.3.2 Factores de riesgo individual

Características demográficas

En los terremotos, las personas mayores de 60 años están en mayor riesgo de muerte y de lesiones y tienen una tasa de mortalidad que puede ser hasta 5 veces mayor que en el resto de la población. Los niños entre 5 y 9 años de edad, las mujeres y las personas crónicamente enfermas también parecen estar en riesgo elevado de lesiones o muerte (Glass, 1977). La falta de movilidad para huir de las estructuras que se colapsan, la incapacidad para resistir el trauma y la exacerbación de enfermedades subyacentes, son factores que pueden contribuir a la vulnerabilidad de estos grupos. La distribución de la mortalidad por edad también estará afectada en cierto grado por las actitudes sociales y los hábitos de las diferentes comunidades. Por ejemplo, en algunas sociedades los niños pequeños duermen cerca de sus madres y pueden ser más fácilmente protegidos y evacuados por ellas.

En las zonas más densamente pobladas suelen ocurrir el mayor número total de defunciones y lesiones. Un estudio realizado por la Universidad de Colorado (Roger Bilham, 2004), recoge un aumento global de la mortalidad causada por terremotos cada año (1950-2004), a pesar de que la mayoría de los países cuentan con las normas de construcción sismorresistente, y esto se debe al gran crecimiento de la población urbana, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Esta tendencia a una gran concentración de individuos en áreas urbanas implica que si estas se ven afectadas por terremotos fuertes, el número de víctimas crece al ser muchos los individuos expuestos al riesgo; aunque la tasa de daños a las construcciones decrezca, al crecer tanto el número de estas, el número total de dañadas es grande y el de individuos involucrados también. Se estima que para el año 2007, más de la mitad de la población mundial vivirá en las ciudades.

Samardjieva y Badal (2002) también estudian el número estimado de bajas causadas por terremotos de gran magnitud en las regiones de Andalucía (España) y Kanto-Tokai (Japón), teniendo en cuenta la densidad de población. Concluyen que cuando la calidad en la construcción es deficitaria, las cifras de víctimas en áreas muy pobladas, se asemejan a épocas pasadas.

Quedar atrapado

Como podría esperarse, quedar atrapado parece ser, como factor singular, la condición más frecuentemente asociada con muerte o lesión (Durkin, 1988). En el terremoto de Armenia en 1988, la tasa de mortalidad fue 67 veces más alta y la de lesiones graves 11 veces superior, para quienes estaban atrapados que para quienes no lo estaban. En el terremoto de 1980 al sur de Italia, el hecho de quedar atrapado y, por tanto, requerir asistencia para escapar, fue el factor de riesgo más importante: 35% para los atrapados contra 0,3% para los no atrapados (de Bruycker, 1985). Los colapsos totales o parciales y los daños muy graves que impliquen derrumbes de paredes o de techumbres o de entrepisos, son los que generan atrapamiento de individuos, la mayoría con lesiones y algunos de ellos graves o letales. Por eso las construcciones con ese tipo de daño son las que se intenta cuantificar con mayor detalle para evaluar su número y de ahí hacer una “predicción ciega” de personas potencialmente atrapadas y de víctimas.

Localización del ocupante en una edificación

En varios de los terremotos ocurridos en los Estados Unidos y en otros países, se ha observado que la localización de la persona en el momento del impacto ha sido un determinante importante de morbilidad. Por ejemplo, la tasa de morbilidad y mortalidad fue significativamente mayor para quienes estaban dentro cuando comenzó la sacudida (Jones, 1993).

Además, a los ocupantes de los pisos superiores de los edificios no les ha ido mejor que a los ocupantes del primer piso. Por ejemplo, en Armenia, hubo un significativo incremento ‘dosis-respuesta’ en el riesgo de lesiones asociado con el piso del edificio en el momento del terremoto. Las personas entre el segundo y cuarto piso, tuvieron 3,84 veces más probabilidades de lesión que las del primer piso y para quienes estaban del quinto hacia arriba, esa probabilidad subía 11,20 veces más (Armenian, 1992).

Cuatro de cinco muertes de Loma Prieta ocurrieron en vehículos sobre vías públicas. Como en situaciones normales, donde los automóviles tienen que ver con más de la mitad de las muertes por lesiones no intencionales (*National Safety Council*, 1989), los ocupantes parecen tener un especial riesgo de lesión fatal en un terremoto. Como ya se mencionó, en el terremoto de Loma Prieta, una circunstancia única, el colapso del viaducto Ciprés de la interestatal 880 en Oakland, fue responsable de 40 de las 62 muertes.

Comportamiento de los ocupantes

El comportamiento de las personas durante un terremoto es un factor importante de predicción de su supervivencia (Aroni, 1985). En varios terremotos recientes (por ejemplo, Filipinas en 1990 y Egipto en 1992), hubo amplias reseñas de muertes y lesiones por estampidas, conforme los ocupantes de edificios y los estudiantes en pánico corrieron a la salida más cercana (Malilay, 1992).

Por otro lado, una revisión de la primera reacción de la gente al iniciar la sacudida reveló que quienes inmediatamente corrían fuera de los edificios tenían una menor incidencia de lesiones que quienes se quedaban dentro (Armenian, 1992 y

Roces, 1992), ya que dichas construcciones eran muy vulnerables. Otros informes, sin embargo, sugieren que correr hacia fuera puede incrementar actualmente el riesgo de lesiones por el impacto de materiales desprendidos; por ejemplo, durante el terremoto de 1976 en Tangshan, muchos fueron aplastados por el colapso de las paredes externas después de correr fuera de sus casas. Tales víctimas actualmente son un 16% del total de muertes (Chen, 1988). Otros aportes anecdóticos sugieren la eficacia de moverse a un área protegida como un portal o bajo un escritorio. Claramente, el comportamiento de los ocupantes durante el tiempo inmediatamente después de un terremoto ha sido inadecuadamente estudiado (Archea, 1990).

Los informes del terremoto de 1985 en Ciudad de México, acerca de pequeñas islas de gruesas planchas de hormigón encima de los pupitres de los niños en las escuelas mientras el resto del cielo raso había colapsado, avalan que estas conductas serían protectoras (Durkin, 1985). La pregunta, desde luego, es si los niños habrían sido capaces de meterse bajo los escritorios a tiempo para evitar lesiones si la escuela hubiese estado ocupada. En el estudio mejor documentado acerca del comportamiento de los ocupantes durante los terremotos, fue abordado el comportamiento de 118 empleados del edificio de oficinas de un condado en California, después de un terremoto de magnitud 6,5 que dañó la edificación (Arnold, 1982). Durante el terremoto de Loma Prieta, Durkin y colaboradores examinaron el valor de acciones comúnmente sugeridas por las consejerías de seguridad ciudadana (por ejemplo, situarse en un portal o meterse debajo de un escritorio). Encontraron que, por lo menos, el 60% de los lesionados durante la sacudida habían acudido de alguna forma a la acción protectora en el momento de lesionarse, pero aquellas lesiones tendían a ser menores. Los resultados de Durkin sugieren que, mientras las acciones comúnmente recomendadas para la autoprotección pueden incrementar la seguridad de las personas en situaciones de colapso total, las personas que se atropellan para protegerse en situaciones menos peligrosas pueden incrementar su riesgo para lesiones menores.

Tiempo hasta el rescate

Aunque la probabilidad de encontrar vivas a las víctimas disminuye muy rápidamente con el tiempo, las personas atrapadas pueden sobrevivir varios días. Han sido rescatadas personas vivas 5, 10 y aún 14 días después de un terremoto (Noji, 1991); esos 'rescates milagrosos' son a menudo el resultado de excepcionales circunstancias; por ejemplo, alguien con lesiones muy leves atrapado en un hueco con aire y posiblemente agua disponible. En el terremoto de Armenia de 1988, 89% de los rescatados vivos de las edificaciones colapsadas fueron evacuados durante las primeras 24 horas (Noji, 1990). La probabilidad de ser extraído vivo de los escombros decrece con el tiempo y no hubo rescates después del día 6. En el terremoto de 1990 en Filipinas, la supervivencia entre los atrapados también cayó rápidamente con el tiempo, de 88% el día 1, a 35% el día 2, a 9% el día 3 y ninguno el día 4 (Roces, 1992). De todos los atrapados que se rescataron vivos, 333 (94%) fueron evacuados durante las primeras 24 horas. Estos ejemplos se han venido repitiendo en los últimos terremotos. De ahí la importancia de realizar de manera precoz y rápida las operaciones de salvamento y rescate.

4.4. Asistencia Sanitaria

El objetivo terapéutico de la asistencia sanitaria a múltiples víctimas (Fernández, 2000) es poner al mayor número de pacientes en las mejores condiciones posibles para su evacuación. Esto se consigue mediante un conjunto de procedimientos sencillos y rápidos, dirigidos a preservar la vía aérea, asegurar el control hemodinámico y proporcionar el máximo confort (analgesia precoz y potente). Aquellos cuyas lesiones permitan demorar su asistencia serán evacuados sin distraer tiempo ni recursos.

Como la demanda de asistencia será mayor a la oferta de servicios que dispondremos, es necesario clasificar a las víctimas; esto es el *triage*, definido como el conjunto de procedimientos asistenciales que, ejecutados sobre una víctima, orientan sobre sus posibilidades de supervivencia inmediata, determinan las maniobras básicas previas a su evacuación y establece la prioridad en el transporte.

Para una correcta asistencia sanitaria a las catástrofes (y por tanto en las sísmicas), se necesitan identificar los siguientes pilares, sobre los que basar una respuesta eficiente (Álvarez Leiva., 2002):

- Control del escenario: Sectorización.
- Ejercicio del Mando : Mando Sanitario
- Asistencia Sanitaria: triage y atención médica urgente de las víctimas.
- Las comunicaciones.
- El control de las ambulancias.
- Propuesta de evacuación: dispersión de los pacientes y medios de evacuación.
- Adecuada respuesta hospitalaria.
- Evaluación, revisión y actualización del Plan.

Para todo ello, es necesario realizar previamente una *estimación* cuantitativa y cualitativa de las *víctimas*, definiendo las necesidades de socorro y el número potencial de fallecidos. Igualmente se debe realizar un análisis detallado de los *medios y recursos de la zona*, junto con el material necesario para atender a las múltiples víctimas.

Los profesionales sanitarios encargados de prestar asistencia a las víctimas de un terremoto (o cualquier otra catástrofe), deben estar entrenados en esta materia, conocer el material médico para manejar los pacientes una vez clasificados y seguir unos protocolos asistenciales (Handley, 2001).

El personal sanitario especializado desarrolla su actividad en el **Área de Socorro**, en la que habrá desplegado un área de clasificación en cuatro categorías (rojo, amarillo, verde y negro) como se estudiará con detenimiento en el Capítulo 3, y a cada categoría se le asignará un espacio y personal para asistirlo. Las víctimas se alinearán siempre.

El espacio físico del Área de Socorro en el que se presta asistencia es una formación sanitaria eventual que se denomina *Puesto Médico Avanzado (PMDA)* o más recientemente *Puesto Sanitario Avanzado (PSA)*. El mayor esfuerzo se emplea en la organización necesaria para que todas las víctimas sean controladas, etiquetadas, asistidas (a esto se le llama *Puesta en Estado de Evacuación*), y transportadas hasta el *Puesto de Carga de Ambulancias (PCAMB)*, desde donde serán transportadas a los hospitales (Álvarez Leiva, 2002).

El PSA estará ubicado próximo al **Área de Salvamento**, con acceso directo a las rutas de evacuación, cerca del *Puesto de Mando* y situado en un espacio intermedio entre el área de clasificación y el *PCAMB*.

Deben ir correctamente identificados (petos) todas las personas con responsabilidades de mando, asistencia, comunicaciones, ambulancias, triage, camilleros y atención a familiares.

4.5. Atención psicológica de las víctimas.

La presencia del profesional psicólogo se ha ido haciendo cada vez más necesaria, reclamada y reconocida en los grandes desastres de los últimos tiempos, como en el caso del terremoto de México (1985), Loma Prieta (1989), o sin ir más lejos en el atentado en Madrid del 11-M.

Las **reacciones psicológicas** agudas durante los terremotos, afectan a la población sobre todo en el área de desastre, pero debemos tener en cuenta que no solo se ven afectadas las víctimas de la población, sino también los equipos de rescate. Katsouyanni (1986) mostró un incremento sustancial en eventos relacionados con el corazón y otras alteraciones de estrés siguientes al terremoto de Grecia de 1986, donde más de un 9% de los equipos médicos y de rescate desarrollaron psicopatología similar a la de las propias víctimas supervivientes. La evaluación de un equipo de rescate israelí en el terremoto de Turquía de 1999, reveló incidencias de estrés mental, pérdida de apetito, depresión y otros signos de estrés postraumático. Esto ocurrió a pesar de que más de un 70% del cuerpo administrativo tuvieron experiencias de desastre en otras partes del mundo.

Entendemos la Psicología de Emergencias y Desastres como aquella rama de la psicología que se orienta al estudio de las reacciones de los individuos y de los grupos humanos en el antes, durante y después de una situación de emergencia o desastre, así como de la implantación de estrategias de intervención psicosocial orientadas a la mitigación y preparación de la población, estudiando como responden los seres humanos ante las alarmas y como optimizar la alerta, evitando y reduciendo las respuestas inadaptativas durante el impacto del evento y facilitando la posterior rehabilitación y reconstrucción.

La psicología de emergencias y desastres como nueva especialidad, es una consecuencia lógica de múltiples estudios y experiencias que demuestran que estos eventos no solamente causan la pérdida de vidas, atentan contra la integridad física de las personas, causan daños materiales y cuantiosas pérdidas económicas, sino que también causan un profundo impacto emocional en las personas, las comunidades y

los equipos de primera respuesta, consecuencias que pueden durar mucho tiempo e inclusive llegan a interferir con la posterior reconstrucción de la comunidad afectada a estas consecuencias se les ha llegado a llamar "*segundo desastre*".

A partir de los años 70 en Europa se estudian con mayor intensidad las consecuencias psicosociales de los desastres naturales e industriales, frente a los provocados por las guerras propias de las etapas anteriores, y por otro lado la frecuente utilización del criterio diagnóstico de Estrés Postraumático como variable evaluable tanto independiente como dependiente. Mientras tanto, en EEUU, La Asociación de Psiquiatría Americana (1970) publica un manual de "*Primeros Auxilios Psicológicos en casos de Catástrofes*" el cual es traducido y adaptado en el Perú por el Médico Psiquiatra Baltazar Caravedo, (Asesor en Salud Mental de la Dirección General de Servicios Integrados de Salud del Ministerio de Salud del Perú); en el cual se describen diversos tipos de reacciones clásicas a los desastres así mismo se exponen los principios básicos que se deben tener en cuenta para la ayuda a las personas "*perturbadas emocionalmente*".

Kinston y Rosser (1974) indicaban la necesidad de llevar psiquiatras rápidamente al área del desastre, debido a que más del 10% de las víctimas sufren de alteraciones psicológicas, confirmando la frecuencia de reacciones agudas de duelo o depresión, neurosis postraumática y alteraciones transitorias emocionales en los niños.

En 1974, en los Estados Unidos se promulgó la Ley de Socorro en casos de desastres (Sección 413 de la Ley Pública 93-288), sentándose las bases para el desarrollo sistemático y organizado de este campo (Cohen, 1999). La ley reza como sigue: "**Asistencia y capacitación para la orientación en situaciones de crisis.** *Se autoriza al Presidente (por conducto del Instituto Nacional de salud mental) a prestar dichos servicios o la capacitación a los trabajadores que prestan atención a las víctimas de desastres catastróficos, a fin de aliviar los problemas de salud mental que cause o agrave dicho desastre o sus consecuencias*".

Esta ley se promulgó en respuesta al reconocimiento de que los desastres producen una variedad de trastornos emocionales y mentales que, si no se tratan, pueden volverse crónicos e incapacitantes. Los programas de orientación en crisis están destinados a proporcionar alivio inmediato y a evitar los problemas a largo plazo. Esto es aún más acuciante en desastres súbitos y extensos como los terremotos que producen daños graves generalizados, numerosas lesiones severas y muertes y una aguda reacción emocional de inseguridad extrema.

Titchener y Ross (1974), en su publicación "*Acute or chronic stress as determinants of behavior, character, and neurosis*" ("*Estrés agudo crónico como determinante del comportamiento, el carácter y la neurosis*"), siguiendo los pasos de Tyhurst (1951) describen cinco fases de las reacciones psicológicas ante los desastres: fase de pre-impacto, fase de impacto, fase de desorganización aguda, fase de regresión y fase de reconstrucción; en caso de que los desastres aparezcan sin previo aviso, como el sísmico, la fase de pre-impacto no existe.

Los primeros esfuerzos operativos se realizaron con los damnificados del Terremoto de Managua- Nicaragua en 1972, cuando un psicólogo y un psiquiatra,

viajan en 1973 a Nicaragua con la finalidad de desarrollar un proyecto de salud mental para los damnificados.

En Enero de 1982 una tormenta inunda la Costa de California, originando que más de 100 familias quedaran sin hogar, al termino de varios días se puso en marcha el proyecto COPE (*Counseling Ordinary People in Emergencies*) que coordinó los servicios de más de 100 profesionales particulares en salud mental, con los recursos de los gobiernos federal y local, trabajando durante más de un año, proporcionando asesoramiento individual y en grupo sin costo alguno para el que lo solicitara.

El 19 de Setiembre de 1985 se produjo un violento terremoto que afectó a la *Ciudad de México* causando la muerte de unas 10.000 personas aproximadamente; ante esta realidad la facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de México, con asesoramiento Israelí, El Instituto Mexicano de Psicoanálisis y el Instituto Mexicano de Seguridad Social dieron inicio a un programa de intervención en crisis con el propósito de ofrecer apoyo psicológico a las víctimas y damnificados de la tragedia sísmica.

En 1989, como consecuencia del terremoto de *Loma Prieta* en California, la Asociación de Psicología de California con el apoyo de la Asociación de Psicología Americana (APA) desarrollaron un proyecto en 1991 con la posibilidad de establecer una red nacional de psicología para dar servicios y ayuda a las víctimas y trabajadores en situaciones de desastre; esta iniciativa tubo su presentación formal con el entrenamiento de psicólogos para trabajar directamente con la Cruz Roja Americana (CRA), con una certificación después de un entrenamiento de dos días que los califica como elegibles para participar conjuntamente con la CRA en sus esfuerzos de ayuda; desde 1992 aparecen Asociaciones de Psicología en 32 estados americanos con la participación de la APA y la CRA presidiendo los desarrollos de los planes de respuesta, cinco de esas asociaciones han programado un plan para desastres que permitan la movilización de una red de psicólogos para casos de desastres.

Desde 1990 en el Centro Europeo de Investigación Social en Emergencias (CEISE), se están realizando investigaciones de todos los componentes psicosociales así como del comportamiento de la población afectada por este tipo de eventos.

En 1994, a raíz de una investigación realizada sobre el análisis psicosocial en la provincia de Almería afectada por diversos movimientos sísmicos, se detecta claramente la demanda de la intervención psicológica tanto por parte de los afectados, como de algunas autoridades. Y a raíz del desastre del camping "Las Nieves" de Biescas en 1996, se hace patente la importancia de dar una respuesta a las necesidades psicosociales de la población afectada. De hecho, en las situaciones de emergencia ocurridas desde entonces, como el trágico atentado del 11 de Marzo en Madrid, la presencia de psicólogos ya se considera como un recurso humano más en una gestión eficaz de la catástrofe, aunque a pesar de la agilidad de la respuesta ante la demanda social, la intervención psicológica no está aún suficientemente analizada en cuanto a su estructuración, regulación e implantación.

5. Antecedentes de planes de emergencia sísmica y de actuaciones sanitarias

5.1. Planes de Emergencias Sísmicas.

Para conocer la estructura y organización general de un Plan de Emergencias Sísmicas, nos basamos en Plan Territorial de Emergencias de Andalucía, ya que por él se rige actualmente la Junta de Andalucía en caso de producirse una emergencia sísmica.

Con el antecedente del Plan Andaluz de Catástrofes (1992) y sobre la base del R.D. 407/1992, de 24 de abril, que aprueba la Norma Básica de Protección Civil, la Consejería de Gobernación y Justicia aprobó el **Plan Territorial de Emergencias de Andalucía (PTEAnd)**, que ha sido publicado con carácter de Plan Director por Acuerdo de 13 de octubre de 1999, del Consejo de Gobierno.

El **PTEAnd**, como Plan Director, constituye el **marco regulador** de toda planificación ante emergencias que, a distintos niveles o sectores, se elabore en el territorio de la Comunidad Autónoma Andaluza (C.A.A.), al objeto de garantizar la respuesta de la Administración Pública en su conjunto. En el apartado 1.3 del PTEAnd se definen los distintos tipos de planes de emergencia, estableciéndose en el apartado 7, relativo a medidas de actuación, que *"El desarrollo de estas medidas, con relación a los distintos Servicios Operativos y Grupos de Acción serán recogidas como procedimientos específicos"*.

En el conjunto peninsular, la Comunidad Autónoma Andaluza es la que presenta una mayor problemática en relación con los fenómenos sísmicos. Como ya se ha comentado anteriormente, tanto por su posición en el marco de la tectónica de placas, como lo reciente de los procesos orogénicos alpinos, contribuyen de forma decisiva a la importante dinámica sismotectónica a la que se encuentra sometida la región andaluza. Especialmente destacable es la incidencia de la actividad sísmica en el cuadrante suroriental de Andalucía, que se encuentra bajo intensidad VIII, con un núcleo en torno a Granada de intensidad IX. Por este motivo es necesario disponer de una Planificación especial de acuerdo a la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Resolución de 5 de Mayo de 1995).

En 1996, se desarrolló el Plan de Emergencias Sísmico de Granada (PESIGRA). La elaboración y aplicación de este Plan Provincial se fundamenta en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil y el Real Decreto 1378/1985 sobre medidas provisionales en situaciones de emergencia, pero no contempla un plan de actuaciones sanitarias ante una emergencia sísmica, sino que posee un carácter más general. Dicho plan no se rige por el PTEAnd (actualmente Plan Director de todos los Planes de Emergencia), pues este es posterior al PESIGRA.

En España, hasta ahora solo la Comunidades Autónomas de Cataluña, Baleares y Murcia han presentado su Plan Especial ante el riesgo sísmico a la Comisión Nacional de Protección Civil para permitir la elaboración del Plan Estatal ante el Riesgo Sísmico.

El 13 de Mayo de 2003, se aprobó el *Plan Especial de Emergencias Sísmicas de Cataluña* (SISMICAT), donde, después de realizar un estudio del riesgo y vulnerabilidad de la zona y una estimación de los daños relacionados con edificios de vivienda y edificios esenciales, se establece la estructura y organización del plan.

El 7 de Octubre de 2005 se publica en el Boletín Oficial de las Islas Baleares (BOIB) el *Plan Especial de Emergencias Sísmicas en las Islas Baleares* (GEOBAL), previa homologación de de la Comisión Nacional de Protección Civil en fecha 1 de Noviembre de 2004 y deliberación del Consejo de Gobierno en su sesión del día 22 de Abril del 2005. Establece la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad corresponde a la Comunidad Autónoma y los que pueden ser asignados al mismo por otras Administraciones Públicas, al objeto de hacer frente a las emergencias por terremotos ocurridos en su ámbito territorial, o bien, formando parte de la organización del Plan Estatal, prestar el concurso necesario cuando tales situaciones se produzcan en cualquier parte del territorio nacional.

Recientemente la Comunidad Autónoma de Murcia, tras concluir su estudio de riesgos sísmicos (RISMIMUR, 2005), ha presentado su Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico de la C. A. de Murcia, (2006).

Actualmente, la Junta de Andalucía ha iniciado el desarrollo del Plan Especial de Emergencias Sísmicas en Andalucía (Com. Pers. Del Director Provincial de Protección Civil, 2005), preparando el estudio del riesgo sísmico en Andalucía (Proyecto SISMOSAN).

• *Plan de emergencias sísmicas.*

Es el mecanismo que determina la estructura jerárquica y funcional de las autoridades y organismos llamados a intervenir. Establece el sistema de coordinación de los recursos y medios tanto públicos como privados. Todos ellos adecuadamente integrados para la prevención y actuación ante situaciones de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, (Álvarez Leiva, 2002).

• *Propósito del plan.*

El propósito fundamental de un plan de emergencia (y esencialmente en catástrofe sísmicas), es lograr atender el mayor número de personas que requieran servicios de atención médica con la mayor prontitud y eficacia, a fin de reducir el número de fallecimientos y casos de invalidez y lograr la recuperación de las víctimas.

Los *objetivos principales* son:

1. Estudiar y planificar el dispositivo necesario de intervención en situaciones de emergencia.
2. Establecer la adecuada coordinación de todos los Servicios Públicos y Privados llamados a intervenir.
3. Informar a la comunidad sobre la importancia del “plan de catástrofes”, su ejecución y beneficios que aporta.

En definitiva, se trata de preparar el personal y los recursos institucionales para dar un rendimiento óptimo frente a una situación de emergencia sísmica de cierta magnitud.

● **Características del plan**

Un Plan de Emergencia, y especialmente el Plan de Emergencias Sísmico, en el que el despliegue de operativos ha de realizarse de forma urgente tras la aparición súbita del desastre, ha de reunir las siguientes características:

1. Ha de ser funcional, flexible, integral y de fácil ejecución para que pueda adaptarse a distintas situaciones y circunstancias. Ello implica la necesidad de entrenamiento del personal y la movilización de operativos y recursos en simulacros parciales y generales.
2. Ha de ser permanente y estar actualizado, lo que equivale a una constante disponibilidad de recursos y personal bien formado y competente, listo para ejecutar el plan.
3. Es preciso coordinarlo con planes similares de otras instituciones para lograr una mayor cobertura, una mayor eficacia y una mejor utilización de los recursos disponibles. Ello implica la simulación de situaciones de emergencia para la comprobación de los mecanismos de cooperación y de actuaciones coordinadas.

● **Alcance territorial**

El alcance del Plan se limita a las emergencias producidas por terremotos dentro del ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma Andaluza, teniendo en cuenta las particularidades de la zona.

● **Alcance corporativo**

Los siguientes organismos e instituciones han intervenir en caso de terremoto en la Comunidad de Andalucía:

- Centro de Coordinación de Emergencias 112. (CECEM)
- Centros de Gestión y Coordinación de Protección Civil.
- Ayuntamientos.
- Servicios de Bomberos.
- Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.
- Protección Civil (Estatal, Autonómica y Local).
- Servicios Sanitarios.
- Unidades de Apoyo ante Desastres (UAD).
- Organismos y especialistas en riesgos sísmicos.
- Organismos y especialistas en inspección de construcciones y edificaciones.
- Organismos y especialistas en inspección de grandes obras de infraestructura.
- Organismos y especialistas en movimientos de ladera.
- Grupos de intervención en búsqueda, rescate y salvamento.
- Unidades de perros adiestrados en búsqueda de personas.

- Grupos de intervención en rescate de personas sepultadas.
- Entidades gestoras de servicios básicos para la población.
- Medios de comunicación social.

5.2. Planes de Actuaciones Sanitarias.

Dentro del amplio conjunto de necesidades que se derivan de una catástrofe sísmica, la organización de la asistencia médica constituye sin duda el punto focal de coordinación de la respuesta del sector salud, ya que la atención oportuna juega un papel crítico para salvar vidas. Dicha atención no debe estar limitada solamente a la administración de primeros auxilios, sino a la organización de un sistema escalonado de atención de las víctimas y a la utilización de técnicas apropiadas dentro de un conjunto de esfuerzos coordinados y racionalmente utilizados.

Los planes especiales, en este caso de actuaciones sanitarias ante un sismo, también deben estar enmarcados dentro del PTEAnd, que como se ha comentado anteriormente, asume el carácter de Plan Director, constituyendo el marco regulador de la planificación ante emergencias sanitarias que se elabore en el territorio andaluz afectado.

En el Plan Estatal de Protección Civil (Directriz Básica de Protección Civil, 1995), se recogen *los planes de coordinación y apoyo*, para su aplicación en emergencias de interés nacional o en apoyo de los Planes de Comunidades Autónomas. Entre estos planes de actuación se encuentra el *Plan de Actuación Sanitaria*. Los Planes de actuación de ámbito local se aprobarán por los órganos competentes de las respectivas corporaciones y serán homologados por la Comisión de Protección Civil de la Comunidad Autónoma que corresponda (Directriz Básica de Protección Civil, 1995). Todo ello teniendo presente la legislación vigente, que se desarrollará en el apartado 2.1.2 del capítulo 3 y que se hace extensible al Plan de Actuación Sanitaria.

El Grupo de Actuación Sanitaria forma parte de la operativa del plan. Debe estar formado por personal especializado. Su estructura y procedimientos operativos se concretan más adelante (apartado 2.4 del capítulo 3). Este grupo debe tener un coordinador sanitario, que se encarga de integrar y optimizar el funcionamiento conjunto de todas las entidades adscritas a él. A partir de aquí los actuantes funcionan según sus mandos naturales. El coordinador es el responsable del Plan de Actuación y del mantenimiento de la operatividad del grupo. Además en dicho plan se definirá un responsable del grupo en el Centro de Mando Avanzado (CMA). Normalmente se trata del profesional de más alto grado adscrito al grupo que está presente en la zona.

Dado que la Empresa Pública de Emergencias Sanitaria (EPES) y el Distrito Sanitario de Granada, como encargados de organizar y gestionar la infraestructura de asistencia en su ámbito de competencia zonal, se encuadra dentro del Servicio Operativo Sanitario, en la estructura de planificación territorial de varios municipios, es decir, dentro del Grupo de Acción Sanitario, en la estructura local supramunicipal, el Plan que se desarrolla en esta tesis, se ha diseñado para tener el carácter de un **Plan Específico de Emergencias Sanitarias**.

Ámbito de planificación.

Aunque integradas y coordinadas, con las medidas de los planes de ámbito superior, las instrucciones de este Plan se limitan fundamentalmente a la zona competencial y recursos del Distrito Sanitario de Granada y de la Empresa Pública de Emergencias Sanitaria (EPES)

Como Distrito del Sistema Sanitario Público de Andalucía encargado de la Asistencia Primaria y de Atención Continuada a las Urgencias a través de su DCCU, dependiendo del grado y extensión de la catástrofe sísmica, el presente Plan se integrará:

- En el ámbito local supramunicipal, dentro de los Servicios Operativos Sanitarios de los municipios incluidos en el área competencial del Distrito, previa asignación (Apdo.4.2.5.3. del PTEAnd).
- En el ámbito provincial, dentro del Grupo de Acción Sanitario de la provincia de Granada (Apdo.4.2.5.2. del PTEAnd).
- En el ámbito regional, cuando el control de la emergencia requiera la activación total del PTEAnd, también dentro del Grupo de Acción Sanitario de la provincia.

Dirección del Plan.

Dependiendo del alcance territorial, la dirección del plan corresponderá a:

- Estructura nacional: cuando se declara de interés nacional o lo solicita la Comunidad Autónoma Andaluza.
- Estructura Regional: corresponde a la persona titular de la Consejería de Gobernación y Justicia.
- Estructura Provincial: corresponde a la persona titular de la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en la provincia.
- Estructura Local: corresponde a la persona titular de la alcaldía.

Aunque el presente Plan se operativiza respondiendo a la exigencia y responsabilidad de la perspectiva sanitaria, emplea y desea la integración funcional en los diferentes Planes de Emergencia que coordinan y rigen los Servicios de Protección Civil, así como la colaboración y coordinación con otras Instituciones implicadas en la resolución de catástrofes sísmicas (Servicios de Rescate y Extinción de Incendios, Fuerzas de Seguridad del Estado, Ejército, Cruz Roja, etc.).

Este Plan se ha realizado atendiendo a lo que aconseja la legislación vigente al respecto y teniendo en cuenta la estructura del Sistema Andaluz de Salud.

5.2.1 Planes previos de Actuación Sanitaria en Granada.

En el año 1989, se constituyó un Grupo de Trabajo, del que formaron parte entre otros Vidal Sánchez F., Álvarez Leiva C. y Martínez-Zaldívar R, T. Concluyeron en 1990 con la elaboración del proyecto del Plan de Actuación Sanitaria, ante una

hipótesis de actuación concreta planteada por la Dirección General de Protección Civil. Se trataba del caso de un gran terremoto con epicentro en Pinos Puente (ver apartado 3.3, capítulo 3), afectaría en grado IX a las siguientes localidades rurales de mayor población: Pinos Puente, Valderrubio, Fuente Vaqueros, Cijuela, Chauchita, Santa Fé, Atarfe y Albolote. Ocupando una zona ovalada de aproximadamente 10x 16 Km.

En grado VIII se verían afectadas las siguientes localidades: Pulianas, Peligros, Láchar, Cúllar Vega, Churriana de la Vega, Gabia Grande, Armilla y Granada capital.

El número estimado de víctimas, y el porcentaje de categorías, según la patología, se describen para este caso en el en el capítulo 3. En base a ello y a las características de comunicaciones por carreteras, férreas y espacios para helipuertos en esos años, se localizaron las ÁREAS DE SOCORRO Y BASE, realizando un programa de evacuación a distintos hospitales de España, atendiendo a la gravedad y tipo de patología de las víctimas y teniendo en cuenta los recursos y medios disponibles.

Este trabajo, que contó con el apoyo del Ministerio de Sanidad y de la Dirección General de Protección Civil, está recogido actualmente como "Apuntes para: Plan Nacional de Emergencias Sísmicas".

5.3 Problemas médico-legales y organizativos con las víctimas de catástrofes sísmicas.

La existencia de gran cantidad de cadáveres después de un desastre sísmico, crea incertidumbre y temor en la población en general, este temor es exacerbado por las inexactas informaciones que transmiten los medios de comunicación social sobre el peligro de epidemias que representan los cadáveres. Frente a este problema que tiene que ver con factores sociales, culturales y de salud, se deben adoptar medidas nacionales con respecto a las costumbres de la población. El problema es político y social y no de salud.

Los cadáveres de víctimas que mueren a causa de traumatismos causados por un desastre sísmico no representan un riesgo de epidemias. El riesgo mayor es transmisión de enfermedades gastrointestinales no específicas cuando cadáveres, animales o huesos contaminan de manera masiva las fuentes de agua. ("Guías Técnicas para situaciones de desastres" Organización Panamericana de la Salud).

Las situaciones de mortandad en las catástrofes sísmicas, crean la necesidad inevitable de una serie de investigaciones policiales, técnicas, médicas o de otro tipo que son consecutivas a la catástrofe. Es necesaria la intervención de los peritos médico-forenses en la resolución de problemas organizativos y médico-legales.

Problemas médico-legales.

El establecimiento de la causa y el mecanismo de muerte de las víctimas mortales de una gran catástrofe sísmica son problemas prioritarios que exigen la práctica de una autopsia judicial completa.

A continuación se enumeran los cinco principales problemas médico-legales (Valenzuela, 2005) que se producirían ante una catástrofe sísmica en Granada:

1. Establecimiento de la causa de la muerte.
2. Mecanismo de muerte.
3. Identificación de los fallecidos.
4. Orden de fallecimiento de las víctimas.
5. Obtención de datos especiales destinado a la prevención de ese tipo de accidentes.

Problemas organizativos.

El conocimiento, la planificación y la resolución adecuada de los problemas organizativos que se plantean en las grandes catástrofes es imprescindible para un abordaje correcto de los problemas médico-legales enumerados anteriormente. Debe existir una metodología de intervención preestablecida que permita la puesta en funcionamiento de un plan de actuación de forma inmediata.

Existe una normativa específica de actuación ante grandes catástrofes, que está contenida en normas sobre Protección Civil, en la que destaca la *Norma Básica de Protección Civil* (1992), que plantea una serie de directrices generales organizativas. Un sistema de preparación y respuesta ante las situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe.

Las víctimas mortales ocasionadas por la catástrofe sísmica, hace que sea preceptiva la intervención judicial. Corresponde al Juez instructor de la demarcación judicial en donde ocurra la catástrofe, nombrar a los peritos correspondientes para lograr aclarar las cuestiones jurídicas y médico-legales (entre las que se encuentra la identificación de las víctimas). En estos casos el juez responsable solicitará a la dirección del instituto de Medicina Legal que le corresponda la intervención con los especialistas médicos y de otras especialidades sanitarias que sean necesarios para esclarecer las circunstancias, las causas, los mecanismos de las muertes y la identidad de los fallecidos (Valenzuela, 2002).

La Ley de Enjuiciamiento Criminal Española (cf. Artículo 348) dice que en algún caso, si además de la intervención del médico forense, el juez estimase necesaria la cooperación de uno o más facultativos, hará el oportuno nombramiento. La Policía Judicial tiene unos cometidos generales y específicos recogidos en una amplia legislación (cf. Artículo 126 Constitución Española; artículos 282 y siguientes. Ley de Enjuiciamiento Criminal; artículos 444 y 445 Ley Orgánica 6/85 del Poder Judicial; artículo 29 y ss. Ley Orgánica 2/86 de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad; Real Decreto 769/87, regulación de la Policía Judicial). La Guardia Civil como Policía Judicial dependiente de los Jueces, Tribunales y Ministerio Fiscal, realiza una función específica destinada a la investigación de hechos punibles para finalmente poner los resultados obtenidos mediante investigaciones, informes periciales, atestados, etc., a disposición judicial. Por tanto, en casos de muertes violentas en grandes catástrofes sísmicas, los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, en cuanto Policía Judicial, intervendrán apoyando a los/as peritos forenses en el esclarecimiento de las circunstancias que dieron lugar a la catástrofe y otros aspectos como la identificación de la identidad de los fallecidos. Por último, también podrán ser llamados a colaborar otros órganos

consultivos de la Administración de Justicia como los Departamentos de Medicina Legal de las Universidades (Valenzuela, 2005).

Se recomienda que en cada país exista una o varias Comisiones de Identificación que sean capaces de actuar en casos de grandes catástrofes con la misión fundamental de identificar a las víctimas mortales.

En 1992, en España, se crean en la Guardia Civil el Equipo de Identificación en Catástrofes (E.I.C.), dependiente de la Dirección General de la Guardia Civil, que intervendrá en el procedimiento sumarial en aquellos casos con víctimas mortales en situaciones de grandes catástrofes, colaborando en los procesos de identificación de las víctimas.

6. Estructura y contenidos de la tesis.

La Memoria de esta Tesis se ha estructurado en 6 capítulos:

Capítulo I: Introducción. Como acabamos de ver, en este capítulo se han revisado los conceptos básicos de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico, para poder entender el análisis de la sismicidad de Granada, después de hacer un repaso histórico de los terremotos más importantes que han ocurrido en nuestra zona. A continuación, se han definido los escenarios de daños sísmicos, y los modelos de estimación de víctimas en el mundo, necesarios para conocer las consecuencias sobre las personas y la distribución geográfica de los heridos, base de una buena planificación sanitaria junto con el conocimiento de la vulnerabilidad de las edificaciones esenciales como los hospitales y la determinación de la capacidad efectiva de los centros sanitarios. Seguidamente se describen las principales lesiones y patologías que provocan los terremotos y que nos vamos a encontrar a la hora de realizar la asistencia sanitaria a las víctimas y cuales son los principales factores que intervienen en la morbi-mortalidad de dichos terremotos. Por último, se describen los estudios previos sobre planes de emergencias sísmicas y de actuaciones sanitarias en la provincia de Granada y en otros lugares del territorio nacional.

Capítulo II: Justificación y objetivos. En este capítulo se destaca la importancia y la necesidad de este trabajo, pues Granada se encuentra en el área más expuesta de la Península Ibérica y la historia nos demuestra que ha habido terremotos muy destructores en el Sur de España. Por ello es totalmente necesario desarrollar un Plan de Actuación Sanitaria con los objetivos que aquí se plantean, ya que hasta el momento actual no se ha llevado a cabo ningún trabajo de estas características.

Capítulo III: Material y Métodos. Se hace una descripción detallada de los métodos de estimación de daños y víctimas que se han empleado, destacando el Simulador de Escenarios Sísmicos SES 2002 y su aplicación a Granada. Además se analizan los métodos clasificación y asistencia sanitaria de víctimas y la organización de los Planes de Emergencias Sanitarias, a nivel estatal así como andaluz de la provincia de Granada. Siguiendo la normativa legal vigente, para trasladarlo a los Planes de Actuaciones Sanitarias.

Capítulo IV: Resultados. Se analizan los resultados de la aplicación de la estimación del impacto de terremotos tipo a la población del área metropolitana de Granada. Utilizando la metodología del capítulo anterior, se obtiene una estimación tanto cuantitativa como cualitativa y clasificación de las víctimas, atendiendo a la gravedad y categoría lesional de las víctimas. Ello nos permite establecer el sistema de organización y coordinación de los recursos de los servicios públicos y privados, así como la valoración de las víctimas y la atención que se debe prestar desde que se realiza el triage hasta que son evacuados al centro hospitalario. Además se tiene en cuenta la atención psicológica de las víctimas y los problemas médico-legales que ocasionaría la catástrofe sísmica.

Capítulo V: Discusión. En ella se destacan los aspectos nuevos y relevantes de este estudio, se valoran los resultados comparándolos con otros trabajos internacionales.

Capítulo VI: Conclusiones. En este último capítulo se resumen las principales conclusiones obtenidas de este trabajo, vinculadas a los objetivos mencionados en el capítulo segundo.

CAPÍTULO II

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

1. Justificación, necesidad e importancia del trabajo.

El estado actual de la Sismología, no permite aún predecir cuando ocurrirá un terremoto destructor, pero si sabemos que seguirán ocurriendo, y cuales son las zonas más peligrosas. La norma NCSE-02 indica que el área metropolitana de Granada es la de mayor peligrosidad sísmica dentro de España. Si además se considera la vulnerabilidad de las construcciones antiguas, las degradadas y las ejecutadas, sobre todo en las poblaciones del cinturón y barrios de poder económico bajo, se tiene que el nivel de riesgo es alto.

La provincia de Granada se encuentra situada en una peligrosa zona sísmica, de hecho, es el área más expuesta de la Península Ibérica junto a las provincias de Almería, Málaga y parte del Levante. Está situada en un conjunto de cuatro fallas: la del Fargue, Granada, las Gabias–Santa Fé y las fallas del sector de Sierra Elvira. Éstas últimas presentan la mayor concentración de terremotos de la cuenca de Granada (Sanz Galdeano, 2001). Es en esta zona donde a lo largo de la historia se han producido **terremotos muy destructores** de $I \geq VIII$, como por ejemplo los sucedidos en 1.431 (I=IX-X) en Pinos Puente, el de 1.806 (I=VIII-IX) con epicentro entre Pinos Puente y Santa Fé y el de 1.884 en Arenas del Rey, conocido como el Terremoto de Andalucía (I=IX), que llegó a destruir numerosos pueblos de Granada y Málaga produciendo más de 1.300 víctimas mortales y alrededor de 1.500 heridos, (Figura 2.1). Más cercano a nosotros, encontramos el terremoto de 1.956 (I=VII-VIII), que sembró el pánico entre Sierra Elvira y Granada. Todo ello ha sido estudiado con más detalle en el capítulo 1.

Estos hechos ponen de manifiesto, que nos encontramos sobre una falla activa que amenaza el área metropolitana de Granada. Por esta razón numerosos expertos sostienen que el sureste de España sufre un terremoto destructor de relevancia cada 100 o 120 años.

El riesgo sísmico en España puede clasificarse de moderado; es inferior al de Japón, costa oeste de USA o Grecia, pero su historia sísmica (apartado 3.2 del capítulo 1.) nos recuerda que ha habido grandes terremotos producidos por los movimientos diferenciales de las Placas Tectónicas Africana y Euroasiática.

Se tiene constancia de que en los últimos 600 años han ocurrido al menos 12 grandes terremotos que afectaron de manera dramática al sur de España (ver ANEXO 5).



Figura 2.1. Colapso de construcciones en Arenas del Rey (Granada), población completamente destruida por el terremoto de 1884). El emplazamiento del pueblo se desplazó a medio kilómetro del antiguo.

Es por tanto totalmente **necesario disponer de un Plan de Actuación Sanitaria** y estar preparados ante la posible llegada de un sismo destructor en la provincia de Granada, que en la actualidad afectaría a una población más numerosa y desarrollar del dispositivo de emergencia sanitario adecuado para garantizar la asistencia médica urgente a las víctimas.

Esto se consigue con un Plan de Actuación Sanitaria como el que se propone en esta tesis. Para ello, se ha estudiado el riesgo sísmico de nuestra ciudad, se han simulado una serie de escenarios sísmicos, estableciendo los epicentros más probables basándose en la localización de las fallas más activas que ocupan la cuenca de Granada. Además se realiza un estudio cuantitativo de víctimas mortales y heridos con la ayuda del programa SES2002, con el fin de conocer de manera aproximada la magnitud del problema al que nos podemos enfrentar, incluso se establece una estimación de las patologías más frecuentes que se pueden producir en cada caso. Con esta información, se articula un plan de tratamiento y evacuación de los heridos, atendiendo a la capacidad y recursos disponibles, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas de otros terremotos.

La experiencia nos demuestra que estos planes son necesarios para minimizar los daños producidos por las catástrofes sísmicas y sobre todo para salvar el mayor número posible de víctimas, desde una base estructurada y organizada, intentando suplir las posibles carencias de los planes anteriores y sin olvidar las nuevas instalaciones y medios con los que se puede contar en la actualidad.

Se trata de salvar el mayor número de vidas (Figura 2.2) y devolver la normalidad al escenario lo antes posible. Para ello, hay que empeñarse en una acción de conjunto, planificada, rápida y eficaz, marcada por una serie de procedimientos programados que dejen el menor margen posible a la improvisación. Hay que recordar que en el caso de catástrofes sísmicas, la actuación sanitaria inmediata de los heridos hace posible evitar la muerte de los traumatismos graves en un porcentaje muy alto en las actuaciones durante las primeras 24 horas, decreciendo rápidamente a partir de las 48 horas de la ocurrencia del desastre (Noji, 1991).

La experiencia demuestra que la complejidad en la ejecución de las operaciones de salvamento es directamente proporcional a la magnitud de la propia catástrofe e inversamente proporcional al grado de planificación previa.



Figura 2.2. Labores de Salvamento y Rescate de las víctimas atrapadas bajo los escombros realizadas por voluntarios, (Mexico, 1985).

Entre los **antecedentes de Planes Sanitarios en Granada**, hasta ahora, se han desarrollado en Granada el Plan Sísmico de Protección Civil (Septiembre 1996) y el Plan de Emergencias Sanitarias de la Junta de Andalucía, aplicado a nuestra provincia por La Delegación Provincial de Granada (Junio 1995). Sin embargo, no se ha llevado a cabo hasta el momento actual, un plan integrado de Actuación Sanitaria ante una emergencia sísmica, como la que podría producirse por un terremoto destructor en el área metropolitana de Granada.

En los mencionados planes no se encuentran desarrolladas las actuaciones sanitarias ante una emergencia sísmica en Granada, por lo que este trabajo recoge nuevas aportaciones de gran interés en el terreno médico. Se debe contar con unos planes organizativos que reestructuren y dinamicen, desde la confusión y anarquía

inicial tras el impacto de las sacudidas hasta la normalidad, en el menor tiempo posible. Para ello, es necesario activar el Plan de Actuación Sanitaria, constituir una cadena de mando, reconocer y cuantificar el escenario, controlar las ambulancias, identificar el personal, mejorar la respuesta hospitalaria, etc. Fórmulas que armonicen labores asistenciales y organizativas, desplegando sobre el terreno, estructuras médicas eventuales de emergencias y la utilización de **nuevos recursos** (Hospitales de Campaña, transporte médico aéreo, unidades móviles de triage, etc.), (Figuras 2.3 y 2.4).



Figura 2.3. Ejemplo del interior de un Hospital de Campaña.



Figura 2.4. Víctimas de una catástrofe sísmica que no han sido clasificadas previamente y en espera de recibir tratamiento.

Cabe destacar **la originalidad y el carácter innovador de esta tesis**, pues no se ha realizado hasta el momento actual ninguna otra con el perfil que define este trabajo. A pesar de la extensa bibliografía revisada, no se ha encontrado en España un trabajo de investigación que trate de adaptar técnicas de intervención al caso de la asistencia sanitaria en una zona determinada, con los escenarios sísmicos más probables y sus víctimas. A nivel internacional tampoco se ha hallado nada publicado. Sí hay experiencia en trabajos de Medicina de Catástrofes y Emergencias, estudios de riesgos y escenarios sísmicos, vulnerabilidad sísmica de las edificaciones esenciales y lecciones aprendidas de terremotos destructores extranjeros.

Este trabajo reúne todas estas materias y además se realiza un estudio cuantitativo y clasificativo de las víctimas provocadas por unos potenciales movimientos sísmicos en el área metropolitana de la ciudad de Granada, ubicada en una zona geográfica con un riesgo sísmico considerable y donde ya han ocurrido terremotos muy destructores como demuestra su la historia sísmica.

Probablemente ésta sea una de las primeras tesis que trate de un Plan de Actuación Sanitario de estas características. Además el Plan está orientado a su aplicación, de manera que pueda ser útil y práctico, con revisiones y actualizaciones periódicas, para garantizar el correcto funcionamiento por parte de los profesionales sanitarios y demás personal y organismos implicados en la resolución de la catástrofe.

Por su estructura y organización, puede ser extensible a catástrofes de otra etiología e incluso servir de modelo para su aplicación a otros lugares del territorio español.

2. Objetivos.

2.1. Objetivos generales

Los objetivos generales que se plantean en este estudio son:

- Cuantificar y clasificar las víctimas potenciales, tras estudiar y cuantificar los escenarios de daños sísmicos probables en Granada.
- Estudiar y planificar el *dispositivo de intervención* necesario para prestar asistencia sanitaria eficaz, sobre todo en las primeras horas, a las víctimas de un posible terremoto destructor en la provincia de Granada.
- Establecer un adecuado sistema de *coordinación y dirección* de todos los *servicios y recursos* humanos y materiales llamados a intervenir en la zona, para evitar añadir más caos y confusión al escenario sísmico.
- Permitir la mejor integración en los planes de emergencia de ámbito superior, garantizando la conexión con los procedimientos y planificación de dichos planes.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Estudiar los diferentes escenarios de daños sísmicos que pueden darse por terremotos que potencialmente pueden afectar la ciudad de Granada y su entorno, tras revisar las características de las variables que definen el riesgo sísmico de la provincia.
- Proporcionar una estimación previa aproximada de las víctimas, así como los daños a edificaciones esenciales, que ocasionarían unos supuestos movimientos sísmicos de gran intensidad, con epicentro en la provincia de Granada, afectando al área metropolitana.
- Realizar una clasificación de las víctimas, atendiendo al número, gravedad y patología de las mismas.
- Diseñar un sistema de atención médica de emergencia a la población afectada, teniendo en cuenta los recursos y medios disponibles, de tal modo, que pueda servir como criterio de referencia ante otro tipo de catástrofes locales y extensible a otras zonas del territorio nacional.
- Organizar la atención sanitaria urgente, concretar los medios indispensables de desplazamiento, los equipamientos precisos, localización de los asentamientos y los criterios de evacuación en función de la gravedad, tipo de patología y medios de transporte disponibles. Identificar los centros hospitalarios de evacuación y tiempos en los que deberían ser habilitados, atendiendo al número de lesionados.
- Establecer las ayudas externas, en función del grado de la emergencia.
- Establecer los mecanismos de evaluación, revisión y actualización del Plan.
- Consideraciones respecto del Plan de Actuación Sanitaria basado en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

III. MATERIAL Y MÉTODOS.

1. Métodos de estimación de daños y víctimas.

1.1. Estimación de daños y víctimas en España.

En 1993, tras haberse realizados estudios de microzonificación sísmica en Adra (Almería), se puso en marcha el desarrollo de un Escenario de Daños Sísmicos para su uso por Protección Civil del municipio. En primer lugar se hizo un estudio detallado de los suelos, con sus características geológicas e hidrológicas, su topografía y se estableció su posible comportamiento de amplificación local ante sacudidas sísmicas. Se hizo un análisis de la vulnerabilidad de las construcciones en función de sus tipologías constructivas y del estado de conservación de las mismas siguiendo los criterios establecidos en la Escala Macrosísmica Europea EMS-92. Posteriormente, se establecieron diferentes terremotos afectando el suelo duro de Adra con intensidades VII, VIII y IX, la distribución de intensidades en el municipio en función de los suelos y los daños en las construcciones. Este proyecto se realizó por un grupo de trabajo formado por profesores y técnicos del Instituto Andaluz de Geofísica (pertenecientes a las universidades de Granada y Almería) y por técnicos y personal de Protección Civil de Adra, y coordinado por el profesor Vidal. Tras la ocurrencia de los terremotos de Diciembre de 1993 y de Enero de 1994 en Berja y Adra, respectivamente, se puso en marcha la aplicación de dicha metodología a todos los núcleos de población del Poniente Almeriense, participando los miembros del grupo anterior junto con Protección Civil de cada uno de los municipios, la autonómica y la nacional, un conjunto de técnicos (arquitectos, ingenieros, geólogos, etc.) de las diferentes administraciones en un proyecto denominado ABDERA, patrocinado por la Junta de Andalucía, que definía el ámbito de aplicación a los municipios de Adra, Berja, Dalías, El Ejido, Roquetas y Almería. Se establecieron los escenarios de daños para sacudidas sísmicas que pudieran afectar a dichas poblaciones con diferentes intensidades (VII, VIII y IX) ante la ocurrencia de terremotos con intensidad máxima de VII o de VIII (y también se ajustó para un terremoto, de mucha más baja probabilidad, con intensidad máxima de IX). Los resultados de dichos trabajos se implantaron en los Planes de Emergencia Sísmica de la región y de cada municipio, y se recogieron en una voluminosa memoria del proyecto (Vidal et al, 1994). En este proyecto se contemplaron las víctimas potenciales (de acuerdo a los porcentajes de víctimas establecidos en ATC y las actuaciones sanitarias correspondientes a los diferentes escenarios.

Los estudios de microzonificación sísmica de los citados municipios se fueron intensificando con la incorporación de datos de suelos, perfiles sísmicos, análisis de microtremor, etc., en los que participaron, además de los investigadores de los primeros trabajos, profesores de universidades japonesas como Tokio Institut of Technology, Kanagawa, Kanto Gakuin, etc. Los análisis de las construcciones se fueron intensificando, sobre todo en el municipio de Adra, analizando además el comportamiento dinámico de las construcciones (con medidas instrumentales de períodos fundamentales y amortiguamiento de las estructuras) y actualizando los escenarios de daños correspondientes. Estas técnicas fueron posteriormente aplicadas, por los mismos grupos de trabajo, a las ciudades de Granada y Almería.

Recientemente, para la estimación de daños y víctimas, las Direcciones Generales de Protección Civil y del Instituto Geográfico Nacional han desarrollado una metodología para simular los posibles efectos que produciría un terremoto en España, (a partir de sus parámetros focales) denominado *SES 2002 (Simulador de Escenarios Sísmicos, 2002)*.

Este proyecto se desarrolla con el objetivo de facilitar el análisis del riesgo sísmico (uno de los elementos básicos para la planificación de actuaciones en emergencias) que sirve para la estimación de posibles daños provocados por terremotos, indicando que es en los planes de las comunidades autónomas donde debe de realizarse este análisis. De esta manera se pretende, además, potenciar el desarrollo de medidas preventivas (ordenación del territorio, cumplimiento de la norma sismorresistente, programas de refuerzo y reforma de edificios).

El SES 2002 es una aplicación informática, que realiza, de manera automática, estimaciones de los daños provocados en territorio español por terremotos hipotéticos o reales. Se basa en los ámbitos indicados por la Ley 2/85 de Protección Civil: el estudio, la prevención y la preparación para la emergencia. Es una herramienta de gran interés por las siguientes características:

1. Su sencillez y su disponibilidad para los responsables de las emergencias sísmicas.
2. Tiene una metodología que posibilita el análisis integral del riesgo sísmico.
3. Sirve de base para realizar a medio plazo otros productos más precisos y detallados, incorporando datos específicos autonómicos o locales.
4. Ser abierto y versátil, pudiendo modificarse con sencillez y utilizado con bajo coste económico.
5. Realizar simulaciones de daños provocados por terremotos potenciales en unidades territoriales (municipios) y representar los resultados cartográficamente mediante un visualizador con las funcionalidades básicas de un sistema de información geográfica (GIS).

En el apartado 1.2.2 se da el esquema del programa y su adecuación a los planes de emergencia y en el apartado 1.3.3 se desarrolla la metodología de SES 2002.

Para cada municipio (unidad territorial mínima de cálculo) y terremoto simulado se obtienen (numérica y gráficamente) las siguientes estimaciones:

- Distribución de la intensidad sísmica.
- Daños a la población (número de muertos, heridos y personas sin hogar).
- Daños a las viviendas, con sus diferentes grados de daño.

Las estimaciones resultantes de las simulaciones sísmicas realizadas en este trabajo en el área Metropolitana de Granada (capítulo 4), se han particularizado actualizando la base de datos, para reducir el margen de error de los resultados obtenidos, siendo estos unos datos generales y con cierto grado de incertidumbre, (por lo que los resultados deben ser tomados como datos orientativos, a pesar de que se hallan incorporado datos específicos autonómicos y locales).

1.2. Estimación temprana de daños.

1.2.1 Estimaciones ciegas y tempranas de daños en el mundo.

No es posible saber cuando ocurrirá un terremoto, pero sí es posible estimar y evaluar el daño y las pérdidas que un terremoto puede causar mediante los *Sistemas de Valoración Temprana de Daños* (*Early Damage Assessment System, EDAS*) (también denominados Sistemas de Estimación Inicial de Daños). Cuando sólo se usan los datos de localización y magnitud del evento (junto con los teóricos de atenuación, suelos, vulnerabilidad, etc) y no se usa ningún dato de los daños observados rápidamente se les suele denominar *Sistemas de Predicción Ciega de Daños*. Es vital que esta información se obtenga en el período de tiempo más corto posible (menos de 1 hora) y esté disponible para los planes de emergencia sísmica para así adecuar y optimizar la respuesta. Los EDAS son una herramienta valiosísima que ha de estar puesta a punto antes de la ocurrencia de un terremoto y los resultados, organizados por terremotos típicos esperados, implantados en los planes de emergencia, y dentro de estos, en los planes de actuaciones sanitarias.

Los Sistemas de Valoración Temprana de Daños, aún siendo unos sistemas pensados para valoraciones rápidas de daños y víctimas, pueden tener dos aplicaciones fundamentales:

1. *Cuando ocurre un terremoto*: Estimar los daños y pérdidas (características, cuantía, distribución) en un período de tiempo corto (< 1 hora) para activar un dispositivo con las respuestas adaptadas a la gravedad desastre estimado.
2. *Antes de la ocurrencia de un terremoto*: Estimar el daño y pérdida que un terremoto probable puede causar, usando los datos de terremotos tipo probables (asignándoles una localización y una magnitud) obteniendo uno o varios escenarios de daños realistas que son la información necesaria para preparar los planes de actuación.

Para ello se han de estimar y evaluar:

1. El área afectada por el terremoto.
2. Población en el área afectada.

3. Viviendas que probablemente serán destruidas (derrumbadas, dañadas grave o moderadamente) debido al terremoto.
4. Número de personas que necesitarán alojamiento (personas desplazadas).
5. Cuantificación de pérdida de vidas
6. Cuantificación de heridos y de los heridos con lesiones que deben tratarse en hospitales
7. Las necesidades de la población afectada que deben atenderse urgentemente.

1. Evaluación del área afectada por el terremoto.

La magnitud, como parámetro evaluador de la energía relajada en el foco sísmico durante el proceso de ruptura y deslizamiento de la falla, es la base para toda una serie de cálculos. En primer lugar, una vez dadas las coordenadas del sismo y su magnitud, se aplican las leyes de atenuación y se obtienen la aceleración en cada lugar alrededor de la fuente sísmica. Normalmente, esta estimación de aceleración se transforma en intensidades para poder obtener la probabilidad de daño en las diferentes construcciones (en función de su grado de vulnerabilidad e intensidad a la que están sometidas).

Los valores de aceleración correspondientes a los valores de intensidad usando la escala EMS (*European Macroseismic Scale*) vienen dados por la siguiente fórmula y también en la tabla 3.1:

$$\text{Log (a)} = 0.146 I_{\text{EMS}} + 1.258$$

Tabla 3.1. Valores aceleración máxima esperada para cada intensidad EMS.

VALORES ACELERACIÓN		INTENSIDAD EMS
97 -136 gales	0.09-0.14 g	V
136-190 gales	0.14-0.19 g	VI
190-266 gales	0.19-0.27 g	VII
266-373 gales	0.27-0.38 g	VIII
> 373 gales	> 0.38 g	IX

$$1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2 \sim 10^{-3} \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 9.8 \text{ m/s}^2 = \text{aceleración de la gravedad.}$$

2. Población en el área afectada.

Para obtener los datos de la población afectada se utiliza el Censo de la población (en Andalucía los proporciona el IEA o los propios municipios) en el área afectada. Si el censo usado corresponde a una época anterior habrá de ser corregido aplicando la tasa anual de incremento de la población.

3. Viviendas probablemente destruidas y dañadas.

Primero habrá de obtenerse el número de edificios y viviendas en cada núcleo de población o municipio. Normalmente se conocen el número de edificios y el de personas. El número de viviendas y el histograma de número de viviendas por edificios nos da una idea de como se distribuye la población en los edificios. Estos datos han de evaluarse con los censos municipales (más precisos) y teniendo en cuenta la distribución de los edificios en el área urbana, ya que este dato está relacionado de un lado con la diferente intensidad que sufren los mismos y de otro con la posible distinta vulnerabilidad de los edificios (porque estos corresponden a épocas con diferentes características constructivas dentro de una misma tipología).

Segundo, para determinar la probabilidad de daño en las viviendas, es necesario determinar previamente los tipos de construcciones y el número de viviendas de cada tipo en cada núcleo de población o en cada municipio. Esto se hace a través de realización de estadísticas en cada municipio, comarca o provincia, ya que este tipo de datos no aparecen en los datos oficiales generales. Por ejemplo Gülkan y Ergünay (1990) obtuvieron la siguiente proporción de estructuras para la zona de Seyhan (Turquía): Hormigón armado 44.5 %, estructuras de madera 2.6 %, fábricas de ladrillo 37.7 %, mampostería de piedra 9.2%, mampostería de adobe 6.0 % (ANEXO 9). Una vez determinadas las tipologías se deben de evaluar la vulnerabilidad de cada tipología.

Tercero, hay que determinar la probabilidad de daño para cada una de estas tipologías. Si no existen estudios se pueden usar las matrices generales de daño definidas en la escala EMS, o las de otro lugar con características constructivas parecidas. Cuando existen estudios para una zona, como p.e. el de Gülkan y Ergünay (1990) "*Earthquake Vulnerability, Loss and Risk. Assessment In Turkey*", pueden aplicarse estos.

Así, una vez conocida la intensidad en cada núcleo de población o municipio y conocidos el número de viviendas de cada tipo se pueden obtener los daños resultantes sobre las construcciones.

4. Número de personas que necesitarán alojamiento.

La suma de viviendas que se derrumben, y las que sufran daños estructurales graves o moderados nos dará el número de familias (y, por tanto, el número de personas) que necesitarán albergue temporal, al menos hasta que la seguridad de las construcciones afectadas sea evaluada y dictaminada su estado de habitabilidad.

5. Cuantificación de pérdida de vidas.

Esta cuantificación es un dato esencial pero, al igual que el número de heridos, es muy dependiente de un ajuste fino de la vulnerabilidad real de las construcciones así como de diferentes factores de exposición al riesgo, como p.e., si es de día o de noche, si es en jornada de trabajo o festivo, o período de vacaciones, o cualquier otro factor relacionado con el elemento en riesgo (las personas), amén de otras serie de factores como edad, comportamiento durante las sacudidas sísmicas, etc.

Generalmente se hace partiendo de los datos observados del grado de daños y el número de víctimas correspondientes a terremotos de la zona, como p.e. lo hace el

Applied Technology Council: ATC-13, (1985) (Tabla 1.11). Para el caso de muertos la tasa está prácticamente ligada a los colapsos o derrumbes (20 %) y a los daños estructurales muy graves, grado 4, (1 %).

Dado que los datos son muy cambiantes de terremoto a terremoto, y a veces estas matrices de víctimas se hacen a partir de datos de diferentes terremotos pertenecientes a una o a varias zonas diferentes a la que se pretende su aplicación, se suelen estimar los números máximo y mínimo de muertos, p.e. Koçak et al (2004) para Turquía que consideran que están ligados a los colapsos o derrumbes y a los daños muy graves, siendo la tasa mínima del 3 % y la máxima del 5 %.

6. Número total de heridos y número de heridos con lesiones que deben tratarse en hospitales

Normalmente los heridos graves también están ligados fundamentalmente a los daños de grado 5, 4 y 3 (EMS) y los heridos leves a los daños de grado 5, 4, 3 y 2. En muchas ocasiones se estiman los números mínimo y máximo del total de heridos, p.e. Koçak et al (2004) para Turquía consideran también que el número de heridos están ligados fundamentalmente a los colapsos o derrumbes y a los daños muy graves, siendo el número mínimo del orden de 3 veces el número de muertos (o sea del 9 al 15 % de los ocupantes las viviendas con daños de grado 5 y 4) y la máxima del orden de 5 veces el número de muertos (o sea del 15 al 25 %) de las viviendas con daños de grado 5 y 4).

Muchas veces los heridos se clasifican en graves y leves (p.e. en la ATC, Tabla 1.11), o bien se hace la estimación del número total de heridos, indicando que como máximo un 25% del total de heridos deberá tratarse en hospitales debido a la gravedad de las heridas. Según la ATC-13, los heridos graves serían del doble a cuatro veces el de muertos, y el de heridos leves y contusionados podría llegar hasta 30 veces el de muertos.

7. Las necesidades de la población afectada que deben atenderse urgentemente.

Este es un punto que muy recientemente se está desarrollando de forma mucho más amplia, incorporando no solo necesidades primarias como alojamientos, bebidas, alimentos y medicamentos, que ya se contemplaban en planes de emergencia anteriores, sino también otras nuevas necesidades que han sido consideradas que deben ser atendidas con urgencia como p.e. el de la atención psicológica (a grupos y a individuos), la organización de la atención sanitaria a enfermos crónicos, enfermos en situación precrítica, ancianos, etc. La organización de la respuesta a estas necesidades lleva a analizar previamente las condiciones y factores anteriormente señalados de la población.

1.2.2 Estimación temprana de daños con SES2002.

Como hemos dicho, el SES 2002 es una aplicación informática, que realiza, de manera automática, estimaciones de los daños provocados en territorio español por terremotos hipotéticos o reales, y es el que se ha utilizado en este trabajo para su aplicación a terremotos que pueden afectar al área metropolitana de Granada.

La metodología de SES 2002 se encuentra esquematizada en el siguiente diagrama (Figura 3.1) y se detalla en el apartado 1.3.3 para su aplicación al Plan de Actuaciones Sanitarias aplicado al área metropolitana de Granada.

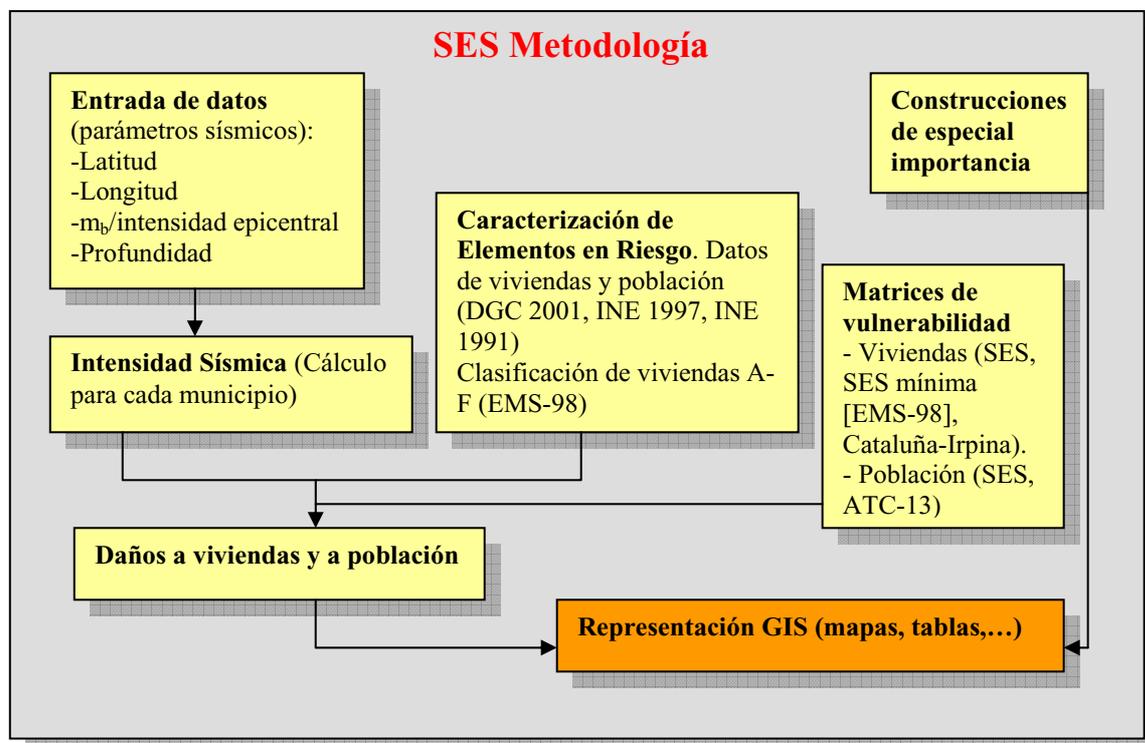


Figura 3.1. Metodología del SES 2002.

De cara a su aplicación en los planes de emergencia, el SES 2002 tiene los siguientes beneficios:

- **Antes de un terremoto:** proporciona una visión lo más precisa posible acerca de las probables *consecuencias* que ocasionarían los terremotos y determina las *zonas de mayor riesgo* y los elementos más vulnerables, facilitando la *planificación* de las medidas y de los medios y recursos necesarios para la intervención en futuras emergencias.
- **Después de un terremoto:** permite estimar y valorar con *rapidez* los posibles daños causados por un terremoto, de manera que se puedan *activar* con mayor agilidad y eficacia las *medidas de protección civil* contempladas en los diferentes planes.

Además, estos análisis pueden motivar a las administraciones públicas competentes a poner especial interés en la adopción de las acciones de prevención necesarias dentro de sus competencias, *antes de que ocurra un terremoto*:

- **Ordenación del territorio,** considerando aquellas partes del territorio que sufrirán las intensidades sísmicas más fuertes (Políticas preventivas).
- **Desarrollo de programas de reforma de edificios** que pueden colapsar por un terremoto, basado en una estimación de daños en edificios (Medidas mitigadoras).

- *Vigilancia más estricta del cumplimiento de la normativa sismorresistente*, motivada por una visión clara del riesgo sísmico (Medidas preventivas).

1.2.3 Comparación entre predicciones ciegas rápidas y daños observados.

La gran utilidad de las Predicciones Ciegas de Daños es en primer lugar su rapidez, característica esencial para su uso en Planes de Emergencia Sísmica, pero otra cualidad es el buen grado de aproximación de los daños que se tiene en la etapa más decisiva de la actuación sanitaria (las primeras 24 a 48 horas de ocurrido el terremoto); esta aproximación se ha visto que es mejor, durante ese período, que los datos observados, ya que estos han adolecido, hasta ahora, de falta de homogeneidad y de incompletitud; esto ha sido ampliamente comprobado para terremotos ocurridos en California.

No obstante, se siguen haciendo esfuerzos por desarrollar otras metodologías que proporcionen una valoración rápida de daños y de ahí un pronóstico de víctimas, como p.e. el uso de datos de teledetección de alta resolución analizados con sistemas de reconocimiento de imágenes; aunque este último será un sistema que acabará imponiéndose, no obstante este habrá de mejorarse considerablemente y, en todo caso, seguirá haciendo uso de los sistemas EDAS implantados en GIS. Actualmente los sistemas automáticos de reconocimiento de daños mediante teledetección se usan como calibradores de los resultados que dan los sistemas de Predicción Ciega de Daños, o bien para tener una aproximación de los daños en zonas que no se dispongan de sistemas de Predicción Ciega de Daños (p. e. en países en desarrollo)

1.3. Escenarios de daños sísmicos previos en el área metropolitana de Granada.

Un *Escenario de Daños Sísmicos (EDS)* es la estimación de las consecuencias que un futuro terremoto (o varios) puede causar sobre un área urbana determinada (o sobre varias). Los propósitos de un EDS pueden ser fundamentalmente de 2 clases:

- Reducción de riesgos sísmicos
- Realización de *Planes de Emergencia Sísmicas (PES)*.

El desarrollo de análisis EDS permite una respuesta adecuada ante la emergencia y un conocimiento de las características del riesgo sísmico de la ciudad, pudiéndose emprender acciones que aumenten la seguridad de las instalaciones con vulnerabilidad alta y reducir drásticamente el crecimiento del riesgo con el crecimiento de la ciudad. Estas consideraciones son de especial importancia si tenemos en cuenta el gran impacto que están teniendo terremotos de magnitud no muy alta ($m \leq 7$) que han supuesto una pérdida de un gran número de vidas humanas, como fué el caso de los terremotos de Spitak (Armenia, 1998), con 25.000 muertos; Tabbas (Irán, 1990), con más de 40.000 víctimas mortales; Erzincan (Turquía, 1992); (Pakistán, 2005) con más de 50.000 víctimas mortales, etc. Sin embargo poblaciones con un nivel de seguridad más alto han tenido un número muchísimo menor de víctimas con sismos de magnitud

similar o superior como por ejemplo los terremotos de 1989 de Loma Prieta (California), de 1993 de Northridge (California), de 1995 de Kobe (Japón), etc.

En regiones de riesgo sísmico alto o medio-alto como la ciudad de Granada, es evidente la necesidad y la urgencia de iniciar proyectos EDS para el desarrollo de PES y son a veces la vía eficaz para que se apliquen acciones correctoras y de refuerzo de estructuras vulnerables, modificaciones en el planteamiento urbano y en el diseño y construcción antisísmica, así como la elaboración de Planes de Actuación Sanitaria acordes con el riesgo sísmico de la zona y los recursos disponibles.

Para llevar a cabo estas medidas es necesario contar con un equipo de expertos interdisciplinar. Pero la mera existencia de profesionales capacitados no implica que se tomen las medidas preventivas y protectoras; un ejemplo es el de Armenia en el que aún existiendo un conjunto de buenos expertos (sismólogos e ingenieros) no tomaron las mencionadas medidas, por lo que las construcciones y los dispositivos de emergencia eran altamente vulnerables, lo que se tradujo en más de 25.000 muertos, medio millón de evacuados y un porcentaje elevado de pérdidas económicas con el terremoto de magnitud 6.9 de Diciembre de 1998.

Actualmente los estudios de evaluación de consecuencias de futuros terremotos en un área urbana han incorporado nuevos elementos en riesgo y nuevas técnicas. En los primeros estudios se intentaba realizar una estimación de daños y su distribución, considerando principalmente distribución de intensidades sísmicas, daños a la edificación y víctimas (muertos y heridos), sin embargo el rango de objetivos ha ido ampliándose gradualmente a daños a edificaciones esenciales (como p.e. hospitales, centros sanitarios, bomberos, policías escuelas, centros de decisión, etc.) y a instalaciones esenciales (como suministro de energía eléctrica, agua, carreteras, comunicaciones, etc.) a las que están fuertemente conectadas la vida diaria de las ciudades, que por otra parte son indispensables para el buen funcionamiento de los PES.

1.3.1 Estimaciones previas de escenarios de daños en Granada.

Hay varias formas de hacer la estimación de daños, una orientada a la cuantificación de las pérdidas económicas (importante a la hora de atender y restaurar la zona, muy estudiada por las compañías de seguros) y otra orientada a ver la clase de daños, su cuantía y distribución, de clara utilidad en los Planes de Emergencia Sísmica (PES), en aras de concentrar los esfuerzos en los dispositivos de emergencia en aquellos sectores de daños graves extensos y que afecten a un número importante de personas. Además, los datos de esta segunda vía sirven también para aplicar programas de reducción de riesgos.

En Granada, la estimación de daños sísmicos para la planificación de emergencias sísmicas fue estudiada por Vidal et al. en 1996, empleando un método donde la vulnerabilidad y la cuantificación de los daños se ajustaban a la escala EMS. En primer lugar se hizo una caracterización y agrupación de las tipologías constructivas existentes en el área a estudiar, estimando su vulnerabilidad según las clases A a F (de la EMS) y posteriormente, se ajustaron los daños con lo especificado en dicha escala y los observados en la zona en sismos anteriores (o en su defecto, teniendo

en cuenta los observados en áreas dañadas con tipologías muy similares a las de la zona de estudio). Estos análisis, si son realizados por expertos, son bastante fiables y dan una información suficientemente detallada para la planificación de medidas de emergencia y la estimación de recursos que han de movilizarse.

El método puede ser aplicado, utilizando la información con sistemas de información geográfica (GIS), a terremotos que ocurran en un área determinada, y así, nada más conocerse la magnitud y localización del evento, pueden determinarse la distribución de intensidades en el área (si se han hecho previamente estos análisis) según lo expuesto por Vidal y Morales (1995) y estimarse automáticamente los daños (distribución, cuantía, etc.), (Vidal et al, 1995). No obstante, estos autores recomiendan (aún siendo válida la aproximación de daños con el método expuesto), utilizar mejor una matriz de probabilidad de daños que se haya construido a partir de una gran cantidad de datos de daños a estructuras como las que se encuentran expuestas al riesgo sísmico en ese lugar o región, o en su defecto de aquellas regiones con construcciones de vulnerabilidad similar. De ahí la necesidad de conjugar estudios detallados de características y cuantificación de daños en terremotos pasados en la región de estudio así como de una revisión profunda de aquellos lugares con edificaciones similares que hallan sufrido terremotos equiparables a los máximos esperables en la región de interés.

Insistir también en que los datos sobre cuantificación de daños, tanto los que se deducen de la EMS como de las matrices de probabilidad de daños, hay que tomarlos como aproximaciones muy útiles para los estudios de escenarios de daños sísmicos, pero cuyas incertidumbres asociadas deben incorporarse a los pronósticos de daños probables (Vidal et al, 1996 y Navarro, 2005).

Otro factor a tener en cuenta a la hora de desarrollar escenarios de daños sísmicos, es la determinación adecuada de la peligrosidad sísmica de aquellas áreas expuestas al efecto de las sacudidas sísmicas. Para ello es necesario conocer las características no solo de las fuentes sísmicas y de la atenuación que afectan al lugar, sino, sobre todo, a las condiciones locales que modifican la distribución de las intensidades sísmicas y de los fenómenos asociados al movimiento del terreno (deslizamientos, licuefacción, etc).

Una forma de tomar conciencia de los peligros y los daños que los terremotos futuros pueden causar en un lugar, para poner en marcha los programas de reducción de riesgos correspondientes, es realizar análisis de riesgo sísmico urbano (ver apartado 3.3. del capítulo 1, donde se hace un estudio de microzonación sísmica de la ciudad de Granada), o mejor aún, de escenarios de daños sísmicos en áreas urbanas, con el objetivo inmediato de adecuar los dispositivos de respuesta a las emergencias sísmicas.

En los últimos años se ha producido una gran proliferación de trabajos que han descrito como las propiedades físicas de los materiales geológicos bajo el lugar de registro pueden modificar significativamente el contenido espectral del movimiento del suelo registrado en ese lugar (Vidal et al, 1996). La distribución de los daños en algunos terremotos se explica por el hecho de que la geología superficial amplifica el movimiento en un rango de períodos que coincide con el período de vibración de las estructuras dañadas.

Son muchos los ejemplos donde la geología superficial ha influido de manera notable en el nivel de sacudida, amplificando la misma en ciertos rangos de frecuencias. En los casos de terremotos destructores los fenómenos de amplificación local han estado íntimamente relacionados al nivel de daños alcanzados en unas zonas con respecto a otras. Como ejemplos claros de esta relación amplificación-geología superficial, se puede destacar el terremoto de Luzón (Filipinas) en 1990, San Francisco de 1906, o el de Kobe (Japón) en 1995. Los terremotos de Michoacán (1985) y de Loma Prieta (1989), han puesto de manifiesto de forma dramática la relación que existe entre amplificación debida a la geología superficial y el grado de destrozos, observándose como los materiales no consolidados fueron responsables de importantes modificaciones en la amplitud y contenido espectral de la sacudida producida por dichos terremotos.

Vidal et al. (1996), realizaron una revisión de los métodos de estudio que se han venido produciendo en los últimos años para estimar la influencia de las características de los suelos en el movimiento sísmico del terreno y los consiguientes fenómenos de amplificación sísmica, todo ello orientado a su posible uso en estudios de Escenarios de Daños Sísmicos.

1.3.2 Estimaciones previas de daños y víctimas en Granada.

Hasta el momento actual, tan solo se ha desarrollado en Granada un estudio sobre la estimación de los daños y víctimas producidos por un terremoto con epicentro en las proximidades de la ciudad (Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar, 1990. Documento interno no publicado). Para la evaluación de los daños, salvo pequeñas variantes, la metodología que se empleó es la misma que en el estudio realizado para la provincia de Córdoba (Martín Martín, 1985).

Dicha metodología básicamente constaba de las siguientes etapas:

1.- Estimación de las viviendas y personas afectadas con diferentes grados de intensidad. Supuesta la ocurrencia de un terremoto en un epicentro y magnitud dadas, cálculo de la población y del número de viviendas existentes en el interior de las zonas de intensidad máxima (I max.) y de intensidad uno o dos grados inferiores (I max. -1, e I max. -2, respectivamente).

Para el cálculo anterior se partió:

- De los datos de población publicados por el Instituto nacional de Estadística (INE) en 1981.
- De los radios medios de atenuación del terremoto tipo adoptado. En este caso, uno idéntico al de Andalucía de 1884, que fue el último terremoto catastrófico ocurrido en nuestro país y cuyos radios medios de atenuación para las zonas de intensidades IX, VIII Y VII (M.S.K.) fueron 15, 26 y 40 Km respectivamente.

2.- Determinación del número de viviendas con daño. Aplicación, para los niveles de daño adoptados, de las fórmulas de cálculo del número de viviendas afectadas en función de la intensidad máxima del sismo y de la proporción de viviendas de cada tipo existentes en las diferentes zonas.

En este caso, los tipos de viviendas considerados fueron los recogidos en la definición de la escala M.S.K: A, B y C. y solo se adoptaron dos niveles de daño: viviendas destruidas y viviendas dañadas. El porcentaje de construcciones que resultarían dañadas de acuerdo con algunos de estos dos niveles (destruidas o dañadas) en el caso de que ocurriese un terremoto de intensidad IX, VIII Y VII (M.S.K.) se determinaron a partir de los porcentajes establecidos en esta escala macrosísmica para los cinco niveles de daño que esta adopta. De ello resultaban las siguientes fórmulas de cálculo:

$$N^{\circ} \text{ de viviendas destruidas} = 0.004 V^{A_7} + 0.35 V^{A_8} + 0.004 V^{B_8} + 0.65 V^{A_9} + 0.35 V^{B_9} + 0.04 V^{C_9}$$

N° de viviendas dañadas = D- N° de viviendas destruidas, siendo D:

$$D = 0.65 V^{A_7} + 0.35 V^{B_7} + 0.85 V^{B_8} + 0.65 V^{B_8} + 0.35 V^{C_8} + 0.95 V^{A_9} + 0.85 V^{B_9} + 0.65 V^{C_9},$$

Donde V^T representa el número de viviendas del tipo T (vulnerabilidad A, B o C) que hay en la zona de intensidad I.

3.- Determinación del número de muertos y heridos de consideración que ocasionaría un terremoto de intensidad máxima IX u VIII, que son los únicos grados de intensidad que interesaron a efectos prácticos en ese trabajo.

La evaluación se llevó a cabo aplicando las siguientes fórmulas de cálculo:

$$\text{Número de muertos} = 0.007 P_{IX} + 0.00005 P_{VIII}$$

$$\text{Número de heridos} = 0.03 P_{IX} + 0.001 P_{VIII}.$$

Donde P_i es la población afectada en la zona de intensidad I. Los valores obtenidos se consideraban congruentes con los datos registrados en terremotos ocurridos.

4.- Los resultados obtenidos por Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar en (1990) para una intensidad de grado IX están recogidos en la tabla 3.2:

Tabla 3.2. Resultados para un terremoto de I_{max} IX en Pinos Puente.

Totalidad del área afectada		En la ciudad de Granada	
Nº viviendas destruidas	34.627	Nº viviendas destruidas	17.541
Nº viviendas dañadas	99.062	Nº viviendas dañadas	49.386
Nº de muertos	2.415	Nº de muertos	1.693
Nº heridos graves	10.412	Nº heridos graves	7.257

Obviamente, las cifras de daños obtenidos son valores medios, acordes con las hipótesis adoptadas entonces. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los valores reales poseen una gran dispersión al estar influenciados por un gran número de variables no consideradas en los cálculos, tales como la hora del terremoto, el uso de las estructuras que colapsan o la eficiencia en el rescate.

5.- Hay varias **consideraciones** a tener en cuenta en aquel trabajo:

- Se manejaron una hipótesis con la variante extrema negativa.
- Parecía improbable que quedara operativo alguno de los centros sanitarios de la ciudad de Granada.
- La rehabilitación social o sanitaria del sistema agredido condicionaba la necesidad de *ayudas externas*.

Actualmente, este trabajo está recogido como “Apuntes para: Plan Nacional de Emergencia Sísmica”.

1.4 Metodología de estimación de daños y víctimas en Granada.

Para la estimación de daños y víctimas se ha seguido la metodología empleada por SES 2002, que permite aproximarnos de una manera más exacta, a las cifras de población y viviendas afectadas por el terremoto supuesto, al tener en cuenta otras variables no estudiadas previamente.

1.4.1 Cálculo de las isosistas teóricas.

El primer paso consiste en estimar la intensidad epicentral que, aplicando las leyes de atenuación de la intensidad con la distancia, proporcionará las intensidades esperadas en los distintos municipios. Para calcular esta *intensidad epicentral esperada* a partir de la magnitud (m) se han distinguido dos casos, según que la profundidad hipocentral sea mayor o menor de 10 Km. En el primer caso se emplea la relación calculada por Cabañas y otros (1990) con el catálogo del IGN de los años 1960-1998, que es independiente de la profundidad y se ajusta bien a terremotos con profundidad hasta 10 Km y que es la siguiente:

$$I_0 = \sqrt{\frac{m - 2.907}{0.035}} \quad \text{para } Z \leq 10 \text{ km.}$$

Para terremotos más profundos ($Z > 10$ km) se hace necesario incluir en la correlación la profundidad focal Z , para lo que se ha partido de la relación calculada por Costa y Oliveira (1991) para terremotos europeos:

$$m = 0,55 I + 2,2 \lg R - 1,14$$

siendo R , la distancia hipocentral: distancia en km del punto de estudio al foco.

Si hacemos $R = Z$, entonces obtendremos la intensidad epicentral:

$$I_0 = \frac{m + 1.14 - 2.2 \log Z}{0.55} \quad \text{para } Z > 10 \text{ Km.}$$

Por defecto, se supone que la intensidad obtenida tiene una incertidumbre de un grado, y en el caso de terremotos con $Z > 10$ km, al ser la relación para obtener I_0 muy sensible a la profundidad focal, se hace un estudio de sensibilidad, comparando los resultados obtenidos con $Z+3$ km y con $Z-3$ km. Cuando la magnitud es menor de 2.9 se indica que el sismo ha podido ser sentido levemente y el resto de cálculos se hace con intensidad epicentral I-II.

El siguiente paso, es aplicar las leyes de **atenuación de la intensidad para obtener** la intensidad epicentral esperada. Para ello, se han usado las relaciones calculadas por Martín (1983) para distintas zonas sismogenéticas de España a partir de colecciones de isosistas observadas para distintas zonas, obteniéndolas de manera que su aplicación depende de la zona en que se produce el terremoto, no de las zonas que atraviesa la energía.

En varias zonas se distinguen dos posibilidades de terremotos (G: "grandes", P: "pequeños"), dependiendo de que la intensidad epicentral sea mayor o menor de VIII. La intensidad en un lugar I, situado a una distancia epicentral en km R, se obtiene a partir de la intensidad epicentral I_e según las siguientes relaciones dependiendo de la zona (Tabla 3. 3):

Tabla 3. 3. Leyes de atenuación sísmica aplicadas en SES2002 dependiendo de la zona epicentral.

	Zona epicentral	Ley de atenuación
1.	General: G:	$I=I_e+12'55-3'53*\ln(R+25)$
	P:	$I=I_e+5'23-2'21*\ln(R+5)$
2.	Azores-Gibraltar:	$I=I_e+21'41-4'02*\ln R$
3.	Golfo de Cádiz:	$I=I_e+18'51-4'02*\ln R$
4.	Sur: G:	$I=I_e+11'23-3'10*\ln(R+25)$
	P:	$I=I_e+11'68-3'24*\ln(R+25)$

Se ha añadido una zona para tener en cuenta los sismos del Golfo de Cádiz y Cabo de San Vicente. Dado que no hay isosistas estudiadas de sismos de esta zona, la ley de atenuación se ha obtenido calculando una curva de atenuación paralela a la de Azores-Gibraltar, pero empezando a atenuar a los 100 km (la relación de Azores-Gibraltar no es válida para esta zona, ya que no empieza a atenuar hasta los 200 km, por lo que daría valores mayores que el epicentral).

Una vez determinada la ley de atenuación a aplicar, se obtienen las intensidades de los municipios y los radios de las distintas isosistas, desde la intensidad epicentral hasta III. Para definir estos radios, se ha aplicado estrictamente la definición de grados de intensidad de la escala EMS; es decir, cada grado incluye todo los efectos que van desde los de su definición hasta los de la definición del grado siguiente.

Esto se traduce en que las intensidades "continuas" se transforman en valores enteros (I-XII) truncando, no redondeando, así tanto las intensidades numéricas

6'1 como 6'9 se traducirán en VI. Como no cabe duda de que en estos dos casos los efectos serán distintos, uno estará muy próximo al de la propia definición de intensidad VI, y el otro se parecerá más al de VII, el simulador proporciona la "intensidad numérica" y facilita el poder simular los efectos del siguiente grado de intensidad, en este ejemplo de VII.

De igual modo, debido a la incertidumbre existente en el cálculo de las intensidades, se puede simular también con un grado menos de intensidad.

Para interpretar los valores de intensidad obtenidos hay que tener en cuenta que en todas las fases del proceso en que se ha tenido que tomar una decisión, se ha optado por la solución más conservadora, la que proporciona valores mayores de intensidad (y por tanto también de los daños).

El siguiente paso que realiza, con este software, es el cálculo de un valor de probabilidad, que se ha denominado **Índice de Probabilidad**. Su cálculo tiene el objetivo de *expresar de una manera aproximada la probabilidad de ocurrencia que tendría el terremoto simulado*.

El *Índice de Probabilidad* (IP) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{10^{0.8136(I_{500}-I_m)}}{500}$$

siendo I_{500} : *Intensidad sísmica para un periodo de retorno de 500 años (para el municipio más cercano al epicentro)*. Valor obtenido de la NCSE-02

I_m : *Intensidad sísmica estimada por el simulador (para el municipio más cercano al epicentro)*.

Esa fórmula se ha obtenido a partir de los datos de peligrosidad sísmica (expresados como aceleración sísmica básica) y de las ecuaciones indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente Española vigente (NCSE-02):

$$a_{PR} = \frac{a_b}{g} \left(\frac{PR}{500} \right)^{0.37}$$

$$\text{Log}_{10} a = 0.30103 \cdot I - 0.2321$$

$$pa = \frac{1}{PR}$$

donde PR : *período de retorno (años)*

a_{PR} : *aceleración horizontal para un periodo de retorno dado, en años.*

a_b /g: *valor de peligrosidad indicado en el mapa de la NCSE-02*

a_b : *aceleración sísmica básica (m/s²).*

$$g = 9.8 \text{ cm/s}^2$$

a : *aceleración horizontal (m/s²)*

I : *Intensidad sísmica.*

pa : *probabilidad anual.*

El *Índice de Probabilidad* expresa la probabilidad anual de que en el municipio español más cercano al epicentro simulado se alcance la intensidad sísmica I_m

(estimada en la simulación para ese municipio). Por lo tanto, no expresa la probabilidad anual que tiene de ocurrencia el terremoto simulado.

Los valores de IP están acotados entre 0 y 0,999; este último valor se le asigna cuando se simulan terremotos de baja intensidad y que hace que PR sea igual o inferior a un año.

1.4.2 Caracterización de la vulnerabilidad de edificios.

La vulnerabilidad de las edificaciones depende de múltiples factores: edad, tipología constructiva y estructural, geometría, altura, grado de conservación, uso, etc. En este estudio, los parámetros considerados han sido la edad, la tipología constructiva y estructural y el uso de las edificaciones, obtenidos del censo de edificaciones procedente de la Dirección General del Catastro (actualización de 2001).

Los datos suministrados aportan el número de unidades urbanas por cada municipio de España según los intervalos de años de construcción y usos siguientes:

Los *intervalos de años de construcción* considerados son:

- Antes de 1.950.
- 1.950 - 1.975.
- 1.976 - 1.995.
- 1.996 – 2001.

Grupos de usos:

- Residencial (viviendas).
- Sanidad (en todas sus modalidades).
- Dotacional - Ocio (cultural, deportivo, religioso, turismo y espectáculos).
- Terciario – Industria (oficinas, comercio, industria de servicios e industrial)
- Edificios Singulares (construcciones para grandes infraestructuras -presas, viaductos, etc.- y monumentos).

Los intervalos de construcción en los que se han agrupado las edificaciones corresponden a considerar técnicas constructivas y estructurales específicas, con un comportamiento diferenciado frente a las acciones sísmicas.

La agrupación de usos se ha establecido atendiendo a los valores de vulnerabilidad sísmica que se pueden obtener. Se optó por la clasificación de vulnerabilidad de edificios A, B, C y D de la escala macrosísmica europea (EMS-98), no considerándose relevantes la existencia de edificios de las clases E y F, siguiendo los criterios utilizados para el conjunto de Cataluña (Chávez, 1998).

Los datos censales relativos a la distribución geográfica del parque edificado por usos permite, asociado al censo de población, estimar las pérdidas humanas, el número de personas que podrían perder sus viviendas, la posibilidad de albergue de la población afectada, etc. por la ocurrencia de un terremoto de una intensidad determinada y en un momento concreto.

La clasificación del parque edificatorio en cuatro períodos, para cada uso considerado, responde a la evolución histórica de la construcción y al progreso de

la Normativa Legal y Técnica que ha supuesto hitos importantes en el control y seguridad frente al sismo de las estructuras. Consecuentemente, atendiendo a las características constructivas señaladas y a la edad de las edificaciones se ha agrupado el parque edificado de España en las clases de vulnerabilidad de la EMS-98 de acuerdo a los siguientes cuadros, (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Clasificación de las edificaciones en clases de vulnerabilidad y porcentajes. (NA: núcleos agrupados; ED: edificación diseminada)

	<i>Año Construcción</i>	<i>Residencial</i>	<i>Sanidad Edificios</i>	<i>Dotacional-Ocio</i>	<i>Terciario-Industria</i>	<i>Singulares</i>
N A	Antes de 1950	35A + 65B	20A + 80B	25A + 75B	25A + 75B	20A + 80B
	1950 – 1975	15A + 65B + 20C	10A + 60B + 30C	10A + 60B + 30C	10A + 60B + 30C	10A + 60B + 30C
	1975 – 1995	7A + 20B + 58C + 15D	15B + 65C + 20D	15B + 70C + 15D	15B + 65C + 20D	15B + 65C + 20D
	Desde 1996	5A + 10B + 50C + 20D + 15E	60C + 20D + 20E	10B + 60C + 20D + 10E	10B + 60C + 30D	60C + 20D + E20E
E. D	Antes de 1950	45A + 55B	20A + 80B	25A + 75B	30A + 70C	20A + 80B
	1950 – 1975	25A + 70B + 5C	10A + 60B + 30C	10A + 60B + 30C	15A + 70B + 15C	10A + 60B + 30C
	1975 – 1995	5A + 20B + 65C + 10D	15B + 65C + 20D	15B + 80C + 10D	20B + 65C + 15D	15B + 65C + 20D
	Desde 1996	20B + 60C + 20D	60C + 20D + 20E	10B + 60C + 20D + 10E	10B + 60C + 30D	60C + 20D + E20E

1.4.3 Matrices de vulnerabilidad de edificios y personas.

Matrices de vulnerabilidad de edificios.

Las matrices de vulnerabilidad indican el número de viviendas que sufrirán un tipo de daño para cada grado de intensidad. En el programa SES 2002 se incluyen tres posibilidades. Las dos primeras se han obtenido a partir de la definición de la escala EMS (modelos 1 y 2), y la tercera (modelo Irpina-Cataluña) a partir de datos reales del terremoto de Irpina (Italia) del 23 de noviembre de 1980.

Modelos 1 y 2:

En la definición de los grados de intensidad de la escala EMS se indica la cantidad de casas de un tipo que sufren un cierto grado de daño; así, por ejemplo, para grado VIII y edificios de vulnerabilidad B se indica: “muchos sufren daños de grado 3; algunos de grado 4”. Cuando se quieren traducir estas definiciones en números exactos aparecen varios problemas: los conceptos “algunos, muchos, mayoría” se definen mediante rangos, que en la escala se solapan difusamente; entonces, ¿con que porcentajes interpretarlos?

En las definiciones aparecen los grados de daños mayores para cada intensidad, pero, ¿como extrapolar los daños que no aparecen en la definición? En el ejemplo de daños a edificios de vulnerabilidad B con intensidad VIII, ¿cuantos sufrirían daños de grados 2 y 1? Se han propuesto dos soluciones. La primera contempla valores intermedios para las definiciones de cantidad: pocas (0-15%) 8%, muchas (15-55%) 35%, la mayoría (55-100%) 80% y supone que los daños de las definiciones son acumulativos. La segunda indica el daño mínimo que se produce con una intensidad, sin extrapolar ni suponer nada de los daños menores que no aparecen en las definiciones, (En el ANEXO 10, figuran los modelos 1 y 2 de las matrices de vulnerabilidad de viviendas expresada en % de edificios dañados según los grados de daños, tipología (A-D) de la EMS y la intensidad sísmica.).

Modelo Irpina – Cataluña.

Para su aplicación a Cataluña, se realizó, mediante técnicas estadísticas, un examen de la vulnerabilidad de 32.548 edificaciones que se vieron sometidas a la acción del terremoto de Irpina (Italia) el 23 de noviembre de 1980 (Chávez, 1998; Chávez et al, 1988). Aunque los valores de esas matrices son la probabilidad de que un edificio de una vulnerabilidad dada sufra un cierto daño al estar sometido a una intensidad macrosísmica, tanto para su aplicación a Cataluña como para este programa, se han interpretado como porcentajes de edificios dañados. No se incluyen las vulnerabilidades E y F por tratarse de construcciones hechas con normas sismorresistentes, (En el ANEXO 11, figura el modelo Irpinia – Cataluña para las matrices de vulnerabilidad de edificios, según los grados y clasificación de daños y tipología (A-D) de la EMS y la intensidad sísmica.)

No obstante, para este estudio, si se ha considerado que hay edificios de la clase E, por lo que para estos se ha adoptado la matriz de vulnerabilidad que se ha aplicado a Cataluña en otros estudios (Chávez, 1998).

Matrices de vulnerabilidad de las personas

Como se ha indicado, no hay metodologías que a escala de trabajo regional tengan un alto grado de fiabilidad ya que intervienen muchos factores en la vulnerabilidad poblacional (variación diaria, estacional, diferentes tipos de estructuras, daños indirectos, etc.). Las más usadas hoy día se basan en la utilización de porcentajes de muertos y heridos en estructuras según el tipo de daño sufrido (ligero, moderado, grave, destrucción y colapso) y, sobre todo, teniendo en cuenta los dos últimos grados (4 y 5), para lo cual hay que conocer previamente la matriz de vulnerabilidad de las estructuras. Es la aproximación más realista, pero tiene la limitación de que los daños a la población dependen no solo del grado de daño del edificio sino también del tipo de estructura (una casa de mampostería colapsada produce mayor mortandad que una de estructura metálica o de madera). De hecho, en los países desarrollados la mayoría de las muertes son producidas por daños importantes en un reducido número de construcciones especiales: viaductos, etc. Consecuentemente, todos los datos aportados por las metodologías precisadas en esta guía están sujetos a errores importantes y deben de tomarse como

indicadores muy aproximados de una hipotética realidad. Corrientemente, en muchos estudios no se considera la vulnerabilidad poblacional y tan solo se representan los valores de población expuesta y que darán una idea aproximada de los posibles daños.

El programa SES permite escoger entre dos métodos:

a) Fórmulas que han sido obtenidas mediante simplificaciones a partir de estudios de recopilación de daños producidos por diversos terremotos acaecidos en el mundo (Tiedemann, 1992; Gülkan, 1992 y Coburn et al, 1992):

$$n^{\circ} \text{ muertos} = 0,20 \times D5 \times GO$$

$$n^{\circ} \text{ heridos} = 6,0 \times n^{\circ} \text{ muertos}$$

$$n^{\circ} \text{ de personas sin hogar} = CI \times Om$$

D5: n° viviendas colapsadas

Om: n° ocupantes = n° habitantes / n° viviendas

CI: n° casas inhabitables = 100% colapsadas + 100% destruidas + 50% grado de daño 3

El grado de ocupación variará mucho según las zonas, especialmente si se trata de zonas turísticas (Kythreoti, 2000); se ha supuesto una ocupación media del 75%.

b) Matrices de daños dadas por *Applied Technology Council*: ATC-13, de 1985 (Tabla 1.11)

Estos valores indican que la mortalidad ronda el 21.111% de los habitantes de las casas colapsadas.

1.4.4 Estimación de daños en edificios y población.

A partir del valor de intensidad y el total de viviendas de los tipos A, B, C, D y E en cada municipio, y las matrices de daños, se estima el número de muertos, heridos y personas sin hogar y el de casas colapsadas, destruidas, con daños graves, moderados y leves.

Los resultados son generales y con alto grado de incertidumbre, por lo que deben de ser tomados como *datos meramente orientativos*. Hay que tener en cuenta que hay numerosas fuentes de incertidumbre, como por ejemplo las siguientes:

1. La distribución de la intensidad depende en gran medida de las condiciones locales o efectos del suelo (litología, contenido en agua, topografía).
2. La atenuación de las ondas sísmicas en la corteza no es homogénea, por lo que las isosistas no tienen que ser circulares ni concéntricas.
3. Para comprender la vulnerabilidad de las construcciones es preciso hacer estudios de detalle de las mismas, ya que, por ejemplo, a priori pequeños fallos constructivos pueden suponer un gran aumento en su vulnerabilidad.
4. No hay datos estadísticos suficientemente significativos que permitan precisar las funciones de vulnerabilidad (daño).

5. SES solo calcula los daños provocados en los edificios residenciales. Hay además otros numerosos tipos de daños, causados por daños en otras construcciones, por la acción de peligros secundarios (deslizamientos, fuegos, maremotos, licuefacción, etc.), así como importantes daños indirectos.
6. SES no considera la distribución temporal de la población. Así, no se evalúan las diferencias en los daños causados por el mismo terremoto en diferentes momentos del año. Esto puede corregirse aplicando el porcentaje de personas que realmente existen en la población.

Está previsto ir contemplando esos aspectos en fases posteriores de SES y de ese modo, ir obteniendo resultados con mayor grado de fiabilidad.

1.4.5 Obtención de datos de otros elementos en riesgo de interés para protección civil.

Los datos cartográficos de las unidades territoriales (límites municipales, comarcales, provinciales y autonómicos), y de otros elementos de interés, se han obtenido de la cartografía BCN 200.000 y de la BCN 1.000.000 del Instituto Geográfico Nacional, a través del Centro Nacional de Información Geográfica.

Dada su complejidad, no se ha llevado a cabo el análisis de los daños que sufrirían recursos de vital interés para Protección Civil. No obstante, se ha recopilado información de aquellos elementos que pueden causar daños secundarios o que son medios o recursos básicos para la emergencia. Se han incluido en la aplicación algunas de esas bases de datos, aquellas de difusión pública o aquellas para las que se consiguió autorización para su difusión (Tabla 3.5).

Siempre que se pudo, estos elementos fueron georreferenciados a partir de sus coordenadas geográficas; si bien, en otros casos solo pudieron situarse a partir del código INE del municipio.

La información sobre municipios es fundamental ya que el municipio es la unidad básica de cálculo y además, el campo "Código INE del municipio" permite relacionar varias de las tablas de bases de datos para completarlas, depurarlas, hacer cálculos y representarlas. Sin embargo, la base de datos de municipios varía constantemente; de hecho, el INE publica al principio de cada año las variaciones registradas: nuevos municipios, al disgregarse de otros existentes, cambios de nombre o municipios que desaparecen al ser absorbidos por otros. Este hecho provoca algunos desajustes entre las diferentes capas de información con datos municipales al haber sido actualizadas en diferentes años.

Tabla 3.5. Bases de datos utilizadas por SES 2002.

(PS: Peligros Secundarios. EM: Medios y recursos necesarios para la emergencia; CAR: Cartografía).

	Base de Datos	Tipo datos / escala	Localizac.	Fuente	Actualiz
PS	Presas	Puntos	Coordenad	DGOH (MF)	2000
	Ríos	Lineas 1:200.000	Coordenad	CEDEX (MF)	1996
	Centrales Nucleares	Puntos	Coordenad	DGPC	2001
	Industrias Químicas	Puntos	Municipio	DGPC	1999
EM	Parques de Bomberos	Puntos	Municipio	DGPC	2000
	Hospitales	Puntos	Municipio	DGPC	1995
	Aeródromos	Puntos	Coordenad	AENA	2001
	Carreteras	Lineas 1:1.000.000	Coordenad	IGN-CNIG (MF)	2000
	Líneas férreas	Lineas 1:1.000.000	Coordenad	IGN-CNIG (MF)	2000
CAR	Límites C.A.	Poligonos	Coordenad	IGN-CNIG	2000
	Límites provincias	Poligonos	Coordenad	IGN-CNIG	2000
	Límites municipios	Poligonos	Coordenad	IGN-CNIG (MF)	2000
	Capitales de provincia	Poligonos	Coordenad	IGN-CNIG	2000
	Núcleos de población	Poligonos	Coordenad	IGN-CNIG (MF)	2000
	Capitales de municipios	Puntos	Coordenad	IGN-CNIG (MF)	2000
	Características edificios	Alfanuméricos	Municipio	DG Catastro	2000
	Catálogo sísmico	Puntos	Coordenad	IGN	2001

1.4.6 Aplicación informática para la gestión y representación espacial de los datos (visualizador – GIS)

Los simuladores de daños por terremotos que se conocían al principio del proyecto SES2002 utilizaban fundamentalmente *ArcInfo*, *ArcView* o *MapInfo*. No obstante, estos SIG tienen un alto coste económico y su uso requiere ciertos conocimientos técnicos informáticos. Con el fin de evitar en lo posible esas limitaciones, SES2002 tiene un visualizador específico, con muchas de las características de un SIG y que se adapta a las necesidades de una simulación sísmica. Este visualizador a medida facilita su utilización y rebaja considerablemente los costes para el uso del simulador. Esta es una de sus características más singulares y de gran utilidad práctica: ser un producto abierto y versátil que pueda ser modificado con sencillez y utilizado con bajo coste económico.

Otra de sus características más específicas es que se pueden editar, modificar y añadir las matrices de vulnerabilidad, relaciones Intensidad-Magnitud, leyes de atenuación, etc. De ese modo, se puede ir mejorando la fiabilidad de los resultados conforme se vayan realizando estudios de detalle sobre la vulnerabilidad sísmica.

El visualizador desarrollado tiene muchas utilidades de un SIG convencional que son accesibles a través de menús desplegables o de iconos estándar, siendo así de fácil uso.

Podemos concluir, que SES2002, es un programa de ordenador con la metodología para realizar estimaciones rápidas de daños provocados en territorio español por terremotos hipotéticos o reales y que para cada municipio simula la

intensidad sísmica, el número de muertos, heridos, personas sin hogar y el de viviendas con diferentes grados de daño. También se obtiene una representación gráfica de elementos de interés para Protección Civil, como presas, centrales nucleares, parques de bomberos, etc.

1.4.7 Estimación cuantitativa de las víctimas para sismos en Granada.

Para desarrollar un Plan de Actuación Sanitaria ante una emergencia sísmica, no solo es importante conocer la estimación aproximada del número de víctimas que puede ocasionar un terremoto en Granada, también es fundamental tener una valoración del tipo de lesiones y patologías más frecuentes que van a presentar los heridos, para realizar una correcta asistencia sanitaria y elaborar un plan de evacuación de las víctimas.

La estimación cuantitativa de las víctimas se ha realizado con el SES2002, ampliamente desarrollado en los apartados anteriores. Para ello, a partir de la intensidad máxima del sismo considerada (VIII, IX), el programa calcula para cada municipio los daños a dos grupos de elementos en riesgo: viviendas y población. Según los grados de daños a viviendas, se calculan los daños a la población, expresados como nº de muertes, nº de heridos y nº de personas sin hogar, empleando las matrices de vulnerabilidad poblacional.

El programa calcula la intensidad epicentral a partir de las relaciones entre magnitud e intensidad sísmica, y a partir de este valor, se realizan los siguientes cálculos:

1.- **Los radios de atenuación.** Esos radios definen sectores de círculos concéntricos de igual intensidad. A cada municipio se le asigna el valor de intensidad acorde con esos sectores concéntricos del siguiente modo:

- Al **término municipal** (representado como área o polígono) se le asigna la intensidad del sector de círculo concéntrico de mayor intensidad con el que intersekte (se considera todo el término municipal con la misma intensidad, y, por tanto, también la de todos sus núcleos de población).
- A la **capital del municipio** (representada como un punto) se le asignará la intensidad que corresponda a la del sector de círculo concéntrico donde se halle. (Figura 3.2).

2.- **Los valores de intensidad matemática en cada capital de municipio,** aplicando las fórmulas de atenuación al valor de la intensidad epicentral matemática. De este modo, se le han asignado a cada capital de municipio dos valores diferentes de intensidad: una intensidad discreta expresada en números romanos, que es con la que se hacen todos los cálculos de daños, y una intensidad matemática continua expresada en números arábigos.

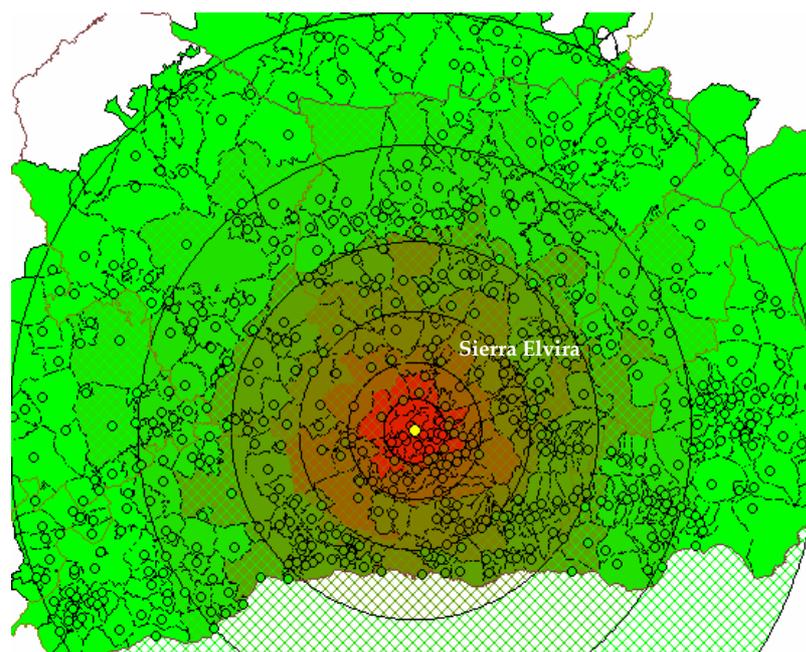


Figura 3.2. Representación gráfica de los valores de Intensidad para un terremoto de Sierra Elvira con $I_{max} = VIII$. (Mapa generado con SES 2002).

3.- *Cuantificación de daños y víctimas.* A partir de la intensidad asignada (VIII en este caso) a cada capital de municipio, el programa calcula los daños a dos grupos de elementos en riesgo: viviendas y población. A partir de los grados de daños a viviendas, se han calculado los daños a la población, expresados como nº de muertes, nº de heridos y nº de personas sin hogar. Para ello, se han utilizado las matrices de vulnerabilidad poblacional.

Se han considerado los casos de terremotos de fuentes sismogénicas cercanas que puedan producir intensidades $I > VII$ en la ciudad de Granada, que, según la sismicidad histórica, han producido sacudidas de este tipo en la ciudad: la de Sierra Elvira y la propia Granada. Se trata de movimientos sísmicos con mayor potencial destructor ($I \geq VIII$), es decir, una serie de escenarios de daño tipo, con sismos de intensidades máximas VIII o IX y con epicentros en Sierra Elvira y en Granada

Otras zonas, como la correspondiente a los sistemas de fallas de Las Gábias-Santa Fé producirían, efectos similares de intensidad de los movimientos del suelo producidos por los del sector de Sierra Elvira (en el caso de tener también una magnitud parecida, con lo que sus efectos, estarían contemplados, para su uso en planificación de actuaciones sanitarias en Granada capital, en los casos considerados en Sierra Elvira). Los terremotos de sistemas de fallas Padul-Durcal o de la zona de Agrón o incluso de zonas más alejadas como la de Arenas del Rey-Alhama de Granada produciría intensidades $I \leq VII$.

Se han realizado, en cada caso, las simulaciones con los cuatro modelos disponibles en este programa: *SES máximo*, *SES mínimo*, *Irpinia* y *ATC*, encontrándose diferencias significativas entre ellas, que se analizan en el capítulo 4.

2. Métodos de clasificación y asistencia sanitaria de las víctimas.

2.1. Clasificación de lesiones para sismos granadinos.

La vulnerabilidad del cuerpo humano frente a las diferentes situaciones críticas provocadas por los terremotos (colapso de edificios, caída de objetos y materiales, etc.), también puede ser medida a partir de los estudios realizados con los datos recogidos de pacientes ingresados en los hospitales después de una catástrofe sísmica. Ejemplo de ello son las tablas de porcentaje de lesiones de terremotos como el de Armenia (1988), Kobe (1995) o Chi-Chi (1999) que se han recogido en el apartado de morbi-mortalidad del capítulo 1 y donde queda de manifiesto que las lesiones traumáticas son las patologías más frecuentes con las que nos vamos a enfrentar.

Para el estudio cualitativo de las víctimas de los terremotos tipo considerados, hemos seguido la metodología, empleada por Di Sopra y Schiavi en 1983 (*“First hypotheses for the construction of vulnerability tables for persons involved in earthquake in Italy. Medical aspects”*), donde describen la localización y el porcentaje de las lesiones producidas por el terremoto de Friuli, el 5 de Mayo de 1976, con una M= 6.4. (Tabla 3.6), en 1000 pacientes ingresados en el Hospital Civil de Udine. De ellos, aproximadamente 500 víctimas lo hicieron en las primeras 24 horas (712 en los primeros 4 días), cifras que corresponden al 20% del total de heridos por el terremoto y son el 70% de todos los admitidos por el hospital. De todas las víctimas, el 27% fueron fallecidos y el 73% heridos lesionados. De estos 73% heridos, un 80% sufrieron traumatismos y un 20% problemas médicos varios.

En el primer triage realizado en dicho hospital, la clasificación de las emergencias médicas seguía la siguiente distribución:

- a) Lesiones traumatológicas: 682 casos, (68,2%).
- b) Problemas médicos: 254 casos, (25,4%).
- c) Otros: 64 casos, (6,4 %).

De los problemas médicos, se registraron 72 casos con patología cardiocirculatoria; 28 con problemas obstétricos (amenaza de aborto, partos prematuros, etc.); 66 casos con problemas de morbilidad vagamente definidos (causados por estrés, etc.); 88 casos con problemas médicos de varios tipos.

En este trabajo, en lugar de 682 pacientes con lesiones traumatológicas, consideraron 1000 víctimas de este tipo para los cálculos que se recogen en la tabla 3.6.

En el estudio realizado por Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar en 1990 (comentado en apartado 5.2.1 del capítulo 1), donde se cuantifican los daños y el número de víctimas producidos por un terremoto con epicentro en las proximidades de la ciudad de Granada), profundizan más en el tema, realizando una clasificación de categorías de los heridos (que corresponden a las categorías clásicas de triage que se estudiarán en el siguiente apartado). Esta aportación es de gran interés a la hora de planificar las actuaciones sanitarias y la evacuación de los heridos.

Tabla 3.6. Localización y tipo de lesiones traumáticas encontradas en 1000 pacientes heridos.

Localización	Tipo de Trauma										
	Contusión		Herida		Luxación	Fractura			Amputación	Total p. 1000 heridos	p. 100 traumatiz.
	p. 1000	%	p. 1000	%		Cerrado		Abierta			
						p. 1000	%				
Craneo-Facial	18	-	86	40,5	4	14	-	8	-	130	19
Espinal	-	-	-	-	-	20	10	2	-	24	3,5
MMSS	2	-	14	-	6	56	22,9	4	6	88	12,9
Tórax	6	-	-	-	-	64	-	2	-	72	10,6
Pélvis	2	-	20	-	16	-	-	-	-	38	5,6
MMII	12	-	40	18,8	6	106	37,8	8	6	178	26,1
Policontusionado	54	70	52	24,5	-	4	-	2	-	152	22,3
Total	134	100	212	100	16	280	100	22	12	682	100

En la tabla 3.7 se recogen las estimaciones en cuanto a la gravedad de las víctimas encontradas en ese trabajo (Martínez-Zaldívar, 1990), que se obtuvo alrededor de un 4% de víctimas de 1ª categoría, un 14% de heridos de 2ª categoría y un 82% de heridos más leves, es decir, de 3ª categoría.

Estas estimaciones se realizaron para el hipotético caso que ocurriera un terremoto con epicentro en la localidad granadina de Pinos Puente, distante unos 15 Km de la capital, y cuyos radios medios de atenuación para las zonas de intensidad IX, VIII y VII (MSK) serían 15, 26 y 40 Km respectivamente.

Tabla 3.7. Cuantificación de víctimas por categorías atendiendo a la localización del traumatismo. (Martínez-Zaldívar R,1990).

Localización	Nº total	1ª categoría	2º categoría	3ª categoría
TCE	1857	125	257	1457
LESIONES ESPINALES	342	28	14	300
TRAUMATISMOS MMSS	1285	85	80	1120
TRAUM. TORÁCICOS	1028	30	85	913
LESIONES PÉLVICAS	542	6	71	465
TRAUMATISMOS MMII	2570	114	570	1886
POLICONTUSIONADOS	2376	-	311	2065
TOTALES	10000	388	1388	8224

Se han analizado comparativamente los resultados de las tablas anteriores. Se ha tomado como referencia los datos del terremoto de Friuli (Italia) de 1976, (Tabla 3.8), por las características de construcción similares a las españolas y los datos obtenidos del estudio realizado en Granada en 1990 (Tabla 3.7). Ambos estudios comparten la misma clasificación de las víctimas. Éstas se clasifican en categorías, atendiendo a la localización de las lesiones traumáticas. Dicha clasificación es más

completa, orientando sobre la gravedad de las víctimas y en qué pacientes hay que concentrar la atención a la hora de prestar la asistencia y los recursos necesarios para su evacuación.

De forma más resumida, en la tabla 3.8 se recogen las principales lesiones traumáticas que se pueden encontrar en un terremoto de características similares a las planteadas en nuestro trabajo, y que se van a aplicar por tanto, a los terremotos tipo que se han descrito en el apartado anterior.

Los casos que se han estudiado en esta tesis (y en el de Martínez-Zaldívar, 1990) son los que corresponden a las lesiones traumáticas provocadas directamente por el terremoto, pues las estimaciones del número de víctimas que realiza el SES 2002, atiende a las lesiones provocadas por los daños en las construcciones. Esto significa, siguiendo el estudio del terremoto de Friuli, que las víctimas se pueden ver incrementadas en 20%, si se tienen en cuenta los casos de problemas médicos no traumatológicos (alteraciones cardiocirculatorias, problemas obstétricos, ansiedad, estrés, etc.)

Tabla 3.8. Principales lesiones traumáticas para un terremoto granadino de I=VIII-IX en 1000 pacientes heridos.

Localización	% de casos por traumatismo	Distribución de casos para 1000 heridos (% del total de casos)
Cabeza/TCE	19.1	130 (13%)
Lesiones espinales	3.5	24 (2,4%)
Miembros superiores	12.9	88 (8,8%)
Tórax	10.6	72 (7,2%)
Pelvis	5.6	38 (3,8%)
Miembros inferiores	26.1	178 (17,8%)
Policontusionados	22..3	152 (15,8%)
TOTAL TRAUMATISMOS	100	682 (68,2%)

Realizando la media de porcentajes de las tres categoría establecidas en los dos estudios mencionados, y aplicándolo a la estimación de las víctimas obtenidas con el simulador de escenarios sísmicos (SES2002), que está descrito ampliamente en este capítulo, obtenemos los resultados que se detallan en el capítulo 4, para los dos casos de $I_{max}=VIII$ y de $I_{max}=IX$, con epicentro en Sierra Elvira (Granada).

2.2. Métodos de clasificación de víctimas: *Triage*

Triage es un término de origen francés que significa clasificación de pacientes según su estado de salud, atendiendo a su gravedad y pronóstico vital. Los Ejércitos napoleónicos fueron los primeros en aplicar este tipo de clasificación en sus campos de batallas, siendo el cirujano Baron Dominique Jean Larre el padre de la moderna teoría del Triage.

Actualmente, en los países desarrollados y especialmente en sus áreas metropolitanas, la clasificación está muy asociada al transporte con criterios de dispersión por patologías específicas (Centros de Trauma, de Quemados, Neurocirugía, Cirugía Torácica, Hospitales Infantiles, etc.).

Se trata de un procedimiento médico individualizado, dirigido a obtener una visión general de cada víctima (Aranda, 1994), valorar su pronóstico vital, y establecer una prioridad en su transporte y/o en su tratamiento. El proceso de clasificación ha de ser dinámico, permanente, adaptado al número de pacientes y socialmente aceptable. En el caso de desastres sísmicos un triage bien estructurado y rápido es de vital importancia.

El triage se fundamenta en dos pilares básicos:

- El *pronóstico*: la clasificación de las víctimas está en función de su gravedad y de su evolución.
- El *plazo terapéutico*: La priorización viene determinada por el tiempo máximo que puede diferirse el tratamiento sin que la situación del lesionado ponga en peligro su vida.

El triage está conformado por tres actos reflejos sucesivos: **inspección, evaluación y decisión** y reposan sobre unos instrumentos de ejecución variables según el escalón asistencial en el que se ejecutan. Son elementos rápidos para valorar una víctima. Durante el triage no se sugieren ni ordenan otros tratamientos.

Inspección. Visualización del paciente: localización, posición, identificación de los signos vitales, estado de conciencia, respiración y movimiento espontáneo. Valorar las posibilidades de supervivencia.

Evaluación. Estado hemodinámico: presencia de pulso, frecuencia y relleno capilar. Valorar la integridad del aparato respiratorio y circulatorio, posibles lesiones viscerales, neurológicas, músculo-esqueléticas, etc.

Decisión terapéutica. Con estos datos se debe tomar una decisión terapéutica de acuerdo con las diferentes opciones asistenciales y posibilidades de transporte. La salvación de la vida tiene preferencia sobre la de un miembro y la conservación de la función sobre la corrección del defecto anatómico.

La clasificación debe conseguir identificar aquellos pacientes críticos que necesitan reanimación inmediata de los que no son prioritarios, bien por sufrir lesiones obviamente mortales o por ser heridos de poca consideración. La conducta de selección es totalmente diferente a una situación normal, donde el más grave tiene prioridad sin

tener en cuenta el pronóstico; aquí la previsión de la evolución es también decisoria (Strefer 1998).

En resumen se trata de *“hacer lo máximo para la mayoría con lo mínimo”*.

2.2.1 Tipos de triage.

Existen más de 120 *modelos de clasificación*, siendo más rudimentaria cuanto más lejos de los centros de referencia se realice y cuanto mayor desproporción exista entre las necesidades y los medios. Básicamente se pueden diferenciar 5 tipos (Álvarez Leiva, C, 2002): Triage bipolar, tripolar, tetrapolar, pentapolar y hexapolar.

- **Clasificación Bipolar.** Procedimiento rápido y excepcional que se usa en situaciones límite. (Ejemplo: vivo-muerto; camina-no camina). Se emplea básicamente en el área de salvamento en los primeros momentos. Este modelo de clasificación se va a utilizar en el *Plan* en los primeros momentos tras el terremoto, en el Área de Salvamento, por personal no sanitario y / o voluntarios. Algo más completo, es el Método **SHORT** (Sale caminando, Habla sin dificultad, Obedece órdenes sencilla, Respira, Taponar hemorragias), que se puede clasificar como *“bipolar estructurado”*. Se trata de un triage inicial realizado por personal no sanitario responsable de la seguridad en la escena (bomberos, policía, etc.) ante incidentes con múltiples víctimas (Peláez, 2005). Es un método innovador y reciente de gran utilidad que se estudia a continuación en el apartado 2.2.2.
- **Clasificación tripolar.** Es otra opción clásica de las situaciones inmediatas. No exige una gran especialización y es expeditivo en las áreas de salvamento. (Ejemplo: muy graves-graves-leves). Esta clasificación de tres vías puede ser empleada en el área de socorro y son etiquetados como rojos, amarillos y verdes. Otro ejemplo de clasificación tripolar de los hospitales de campaña es la distribución de las víctimas en adultos varones, mujeres y niños.
- **Clasificación tetrapolar.** Es la más clásica y utilizada. Consiste en agrupar según criterios de cierta gravedad: muy graves, graves, menos graves e irrecuperables o muertos, identificándolos con tarjeta de color rojo, amarillo, verde y negro respectivamente. Es el método que vamos a aplicar en nuestro estudio a las víctimas dentro de los Puestos Sanitarios Avanzados (Método START).
- **Clasificación pentapolar.** Es propio de los servicios hospitalarios y muy apto para dirigir a especialidades, permitiendo abrir flujos a Maternidad y Pediatría como elementos troncales.
- **Triage Hexapolar.** Se emplea fundamentalmente en la puerta de grandes hospitales, con la idea de realizar una clasificación combinada en 2 escalones muy bien diferenciados para lograr una mayor especificidad, y por consiguiente una más alta rentabilidad.

2.2.2 Aplicación del triage: clasificación de las víctimas en categorías:

Clásicamente las víctimas de una catástrofe se han dividido en cuatro categorías, atendiendo a la gravedad de las lesiones y al compromiso vital que suponen. Esta clasificación es universalmente aceptada y nos orientan sobre la esperanza de vida. Cada categoría se identifica con un color en las **tarjetas de triage**, asignando respectivamente los colores rojo, amarillo, verde y negro o gris para controlar los pacientes por criterios de prioridad decreciente. El uso de estas tarjetas se normalizó en 1977 por la Comisión de Servicios Médicos de Emergencia del área metropolitana de Chicago, (Fuente: METTAG, Journal of Civil Defense, P.O.Box 910, Starke, Florida, 32091). En la figura 3.3 se muestran las *Tagging* o tarjeta identificación-tarjetas clásicas, estas son las utilizadas por el 061 en Granada y en el resto de provincias de la Comunidad Andaluza (en su defecto se pueden utilizar cintas con los 4 colores de las categorías). En urgencias hospitalarias, se utilizan estas tarjetas internacionales y son las que se proponen en el Plan para unificar criterios. Estas son sus características:

1ª Categoría. Emergencias. Etiqueta roja:

- Trastornos por asfixia.
- Shock de cualquier etiología.

2ª Categoría. Urgencias graves. Etiqueta amarilla:

- Lesiones craneales y oculares.
- Heridas torácicas y abdominales.
- Lesiones vasculares.
- Fracturas abiertas.
- Quemaduras graves.

3ª Categoría. Urgencias diferibles. Etiqueta verde:

- Fracturas cerradas.
- Lesiones de partes blandas.
- Quemaduras menores.

4ª Categoría. Sobreurgencia o Urgencia sobrepasada. Etiqueta azul:

- Lesiones incompatibles con la vida.

5ª Categoría. Fallecidos. Etiqueta negra.

Es necesario tener en cuenta que en desastres sísmicos (con gran número de heridos) no se deben emplear más de 30 segundos en clasificar una víctima muerta, 1 minuto para una víctima leve y no más de 3 minutos en una víctima grave. Ningún paciente debe ser evacuado antes de ser clasificado, (las excepciones de oscuridad o riesgo confirman la regla). Ante la duda de en qué categoría incluir, siempre hacerlo en la categoría superior.

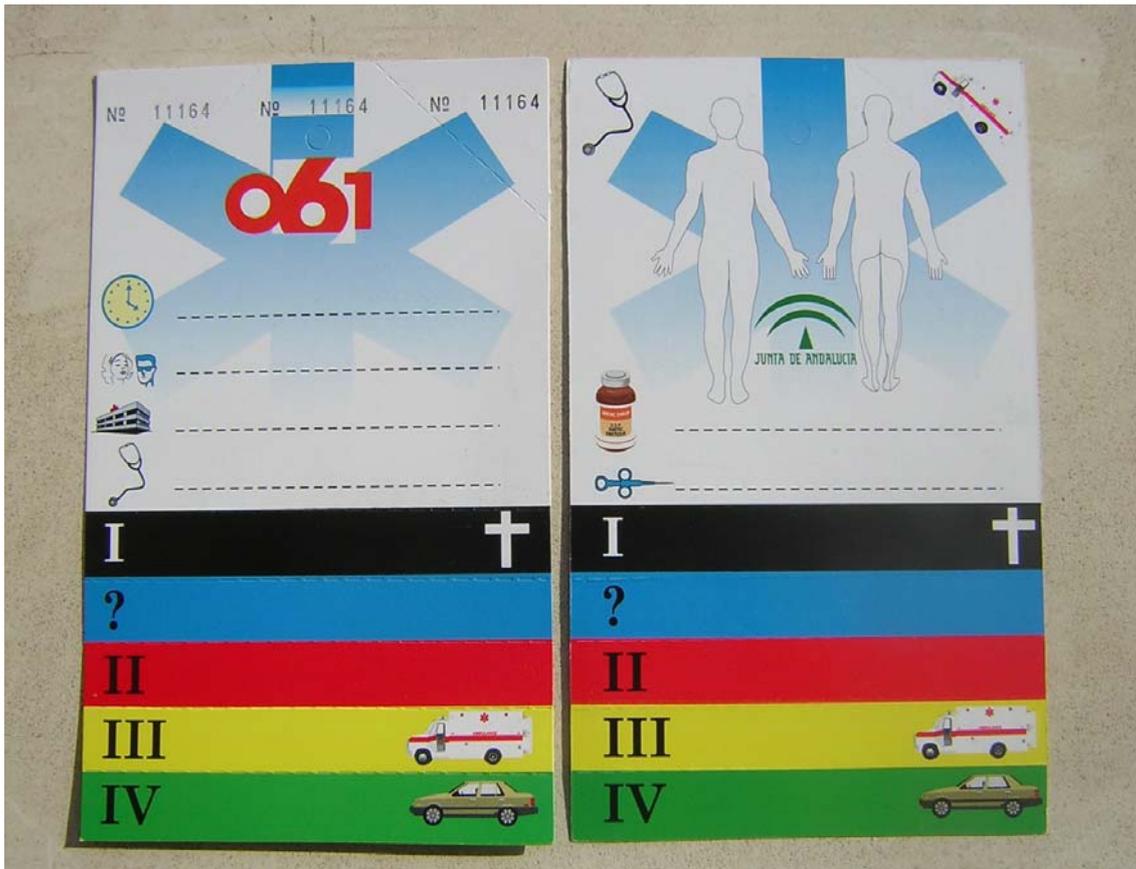


Figura 3.3. Imágenes del anverso de la tarjeta internacional clásica (izquierda) y del reverso (derecha).

En este Plan, se van a utilizar fundamentalmente 2 tipos de triage: el **Método SHORT** y el **método START**, para los equipos de rescate y el personal sanitario de los PMDA respectivamente. Si los equipos de salvamento y rescate no conoce este método, emplearán la clasificación bipolar (camina-no camina).

2.2.2.1 Método SHORT.

Es un método simplificado y sencillo para clasificar la gravedad de las víctimas (Figura 3.4). Se utilizarán cintas de colores (rojo, amarillo, verde y negro, para la primera, segunda, tercera y cuarta categoría respectivamente). Tiene la ventaja de no necesitar recuentos numéricos para su cálculo, ni de control de constantes. Esto agiliza el triage y permite ahorrar tiempo para las víctimas que esperan. Después, en el PSA se realizará un 2º triage más preciso y propio de personal sanitario, utilizando tarjetas de triage y adaptando la patología de cada víctima al hospital de destino, disminuyendo así el riesgo de infratriage o supratriage. No es aplicable a edades pediátricas precoces, pero se está trabajando para adecuarlo a este sector de la población.

Este método resulta eficaz y rápido para discriminar las víctimas más graves. Es posible reflejar la gravedad de la víctima con los parámetros expresados en este método, hecho que se constata con los índices de eficacia (sensibilidad del 91% y especificidad del 97%) para la discriminación de las víctimas graves frente al resto de

víctimas. El tiempo medio de triage es de 18 segundos. Este método se ha estudiado comparativamente (Peláez, 1005) con otros métodos de clasificación como el START, resultando tan eficaz como ellos.

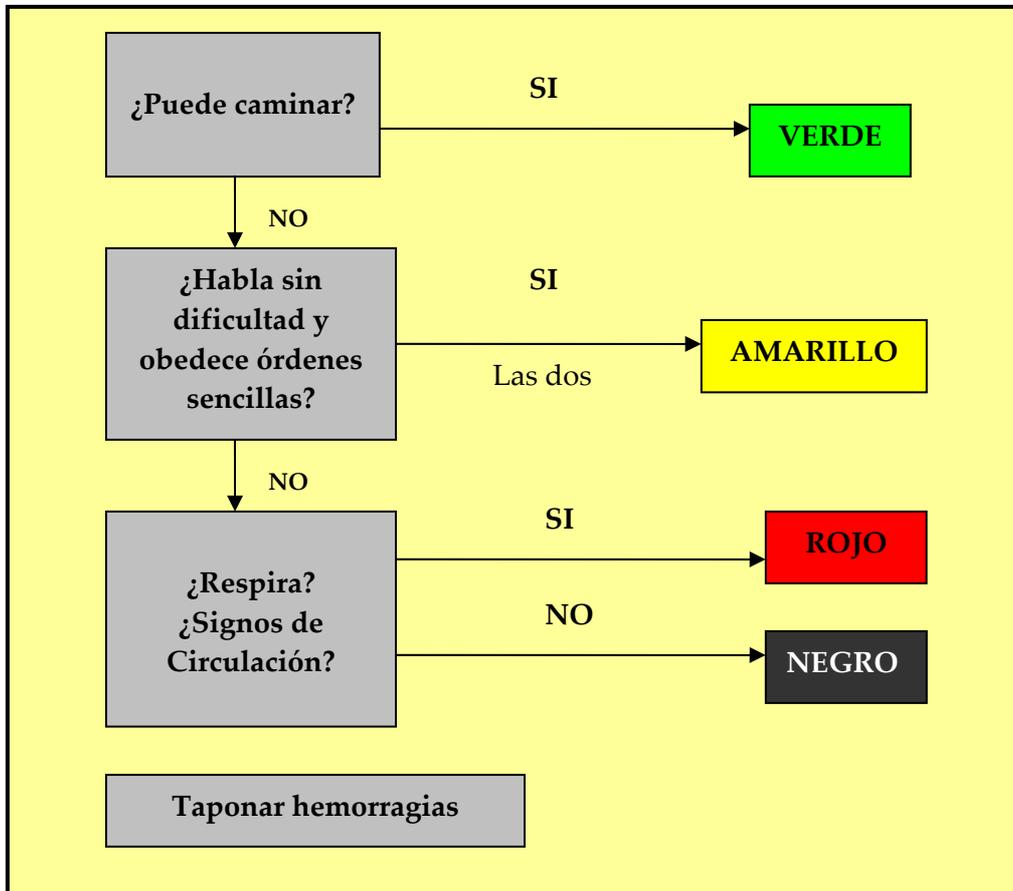


Figura 3.4. Algoritmo del método S.H.O.R.T. (Sale caminando, Habla sin dificultad, Obedece órdenes sencilla, Respira, Taponar hemorragias). Triage inicial para personal no sanitario ante incidentes con múltiples víctimas.

2.2.2.2 Método START.

Para la capacitación adecuada del personal médico y de salud se aplican los esquemas que determinan la secuencia de prioridades y medidas terapéuticas. Vamos a describir el S.T.A.R.T. (Simple Triage and Rapid Treatment o de Triage Simple y Tratamiento Rápido), el cual contiene índices de clasificación sencillos y establece objetivos en el marco de un flujograma de acuerdo con la patología y el nivel de compromiso orgánico (Figura 3.5). Su aplicación ha logrado disminuir las muertes por improvisación e ignorancia.

La conducta apropiada para el manejo individual está constituida por: a) valoración primaria, b) valoración secundaria y c) órdenes médicas inmediatas.

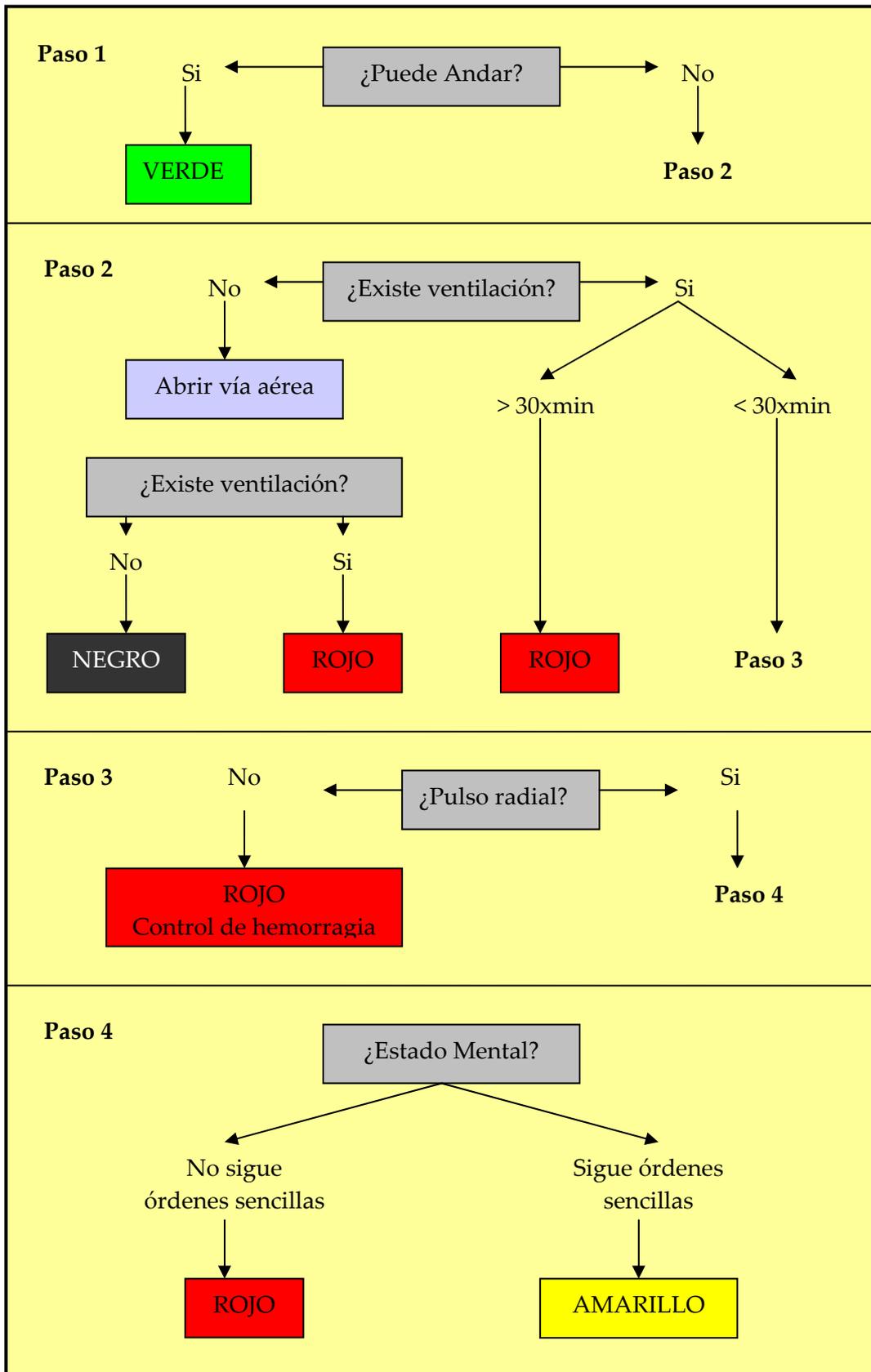


Figura 3.5. Algoritmo del Método START (Simple Triage and Rapid Treatment).

En la *valoración primaria* sigue el método "A, B, C" (del inglés Airway, Breathing, Circulation) o A, R, C que establece atención inmediata a las lesiones que comprometen la vía aérea y columna cervical (A), la respiración (B o R), y el volumen sanguíneo circulante (C).

La *valoración secundaria* incluye los demás sistemas orgánicos y se debe consultar independientemente en las *Guías para el Manejo del Trauma* (Hernando et al, 2005).

El *triage* utiliza los índices de severidad del trauma que son prácticos, rápidos, de fácil utilización y reproducibles.

La *escala revisada de trauma* (RTS) da una excelente aproximación del estado fisiopatológico real del paciente y de su pronóstico. Está basada en los siguientes parámetros (Tabla 3.9):

Tabla 3.9. Escala revisada de Trauma (RTS).

GLASGOW	T.A. SIST.	F. RES.	VR. ESCALA
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
0	0	0	0

Con esta escala y sumando los valores de Glasgow, tensión arterial sistólica y frecuencia respiratoria, se obtendrá una suma de 12 para el paciente menos lesionado (Verde). La mayor utilidad de esta tabla radica en que todo paciente con una calificación inferior o igual a 11 debe recibir atención avanzada.

Este método de clasificación es rápido (12-15 segundos, por víctima no más de 60 segundos) y sencillo, diseñado para poder ser practicado fundamentalmente por médicos y enfermeros, pero también por técnicos sanitarios y bomberos si están entrenados. Desarrollado por el personal del Hoag Hospital y el departamento de Newport, en Newport Beach, CA.

Este método incorpora 2 tratamientos básicos (control de vía aérea en víctimas inconscientes y control de hemorragias), porque entiende que el retraso en su aplicación puede conducir al fallecimiento prematuro de la víctima.

Se valoran secuencialmente *la marcha, la respiración, la circulación y la conciencia*:

1. **Deambulaci3n.** Puede o no caminar. Si el paciente entiende y puede cumplir la orden es verde, debe seguir a un responsable preferentemente sanitario. Los verdes deben ser agrupados y reevaluados por si se complican.
2. **Respiraci3n:** N3mero de respiraciones/minuto (<10 3 >30) y tipo de respiraci3n.

-Si tiene 0 respiraciones, intentar abrir la vía aérea, si comienza la respiración, poner cánula de Guedel y posición de seguridad. El paciente es rojo, no se continúa la evaluación. Si no respira a pesar de abrir vía aérea es negro y no se moverá del lugar a menos que estorbe.

- Si tiene >30 ó <10 ventilaciones es clasificado como rojo.

- Si están entre 30 y 10 pasamos al siguiente punto.

3. **Perfusión:** Tiene o no pulso radial (TAS>80). Si no lo tiene es un paciente rojo, y si existe, pasamos al siguiente punto. El método START original considera la valoración del relleno capilar, pero este es poco fiable en condiciones de escasa luz y en bajas temperaturas, de modo que se prefiere el pulso radial como indicador de la tensión arterial sistólica.
4. **Estado mental:** Nos mira, dice su nombre, responde a órdenes sencillas. Si no responde o está confuso es un paciente rojo. Si responde es amarillo.

A cada paciente triado se le debe poner su correspondiente tarjeta y ser reevaluado ante cualquier signo de gravedad.

2.2.2.3 Triage pediátrico. El Método JumpSTART

Los niños presentan unas características fisiológicas peculiares respecto a los adultos a la hora de realizar de realizar el triage con el método START como:

- Es más probable que un niño apneico tenga un problema respiratorio que un adulto.

- El relleno capilar puede no reflejar adecuadamente la perfusión en medios fríos.

- Obedecer órdenes puede no ser un buen indicador del estado mental en niños.

Además, hay que tener en cuenta que el triage de múltiples víctimas pediátricas puede verse afectado por el estado emocional del interviniente y ver modificada la categoría por compasión o falta de seguridad en la evaluación pediátrica.

Actualmente apenas existe ningún trabajo publicado (ni en uso) sobre la metodología a seguir, para la clasificación prehospitalaria masiva de los niños, que tenga en cuenta sus características fisiológicas. De toda la bibliografía revisada, solo se ha encontrado el método que se describe a continuación.

La Dra. Lou E. Romig MD, FAAP, FACEP, médico de emergencias pediátricas (Miami Children's Hospital, Miami-Dade FIRE Rescue Department y Medical Director of the South Florida Regional Disaster Medical Assistance Team -FL/5 DMAT-), desarrolló en 1995 el *Método Jump START*, que fue modificado en 2001. Ha sido ampliamente difundido en EE.UU. y Canadá. Francia, España y Japón han traducido su algoritmo de actuación, y poco a poco se va difundiendo alrededor del mundo (LouRomig@jumpstarttriage.com).

El *JumpSTART* pretende triar al paciente en 15 segundos, utilizando elementos de evaluación suficientemente flexibles para servir a niños de todas las edades y para

reflejar sus peculiaridades fisiológicas. En la figura 3.6 se representa el algoritmo a seguir con el método citado.

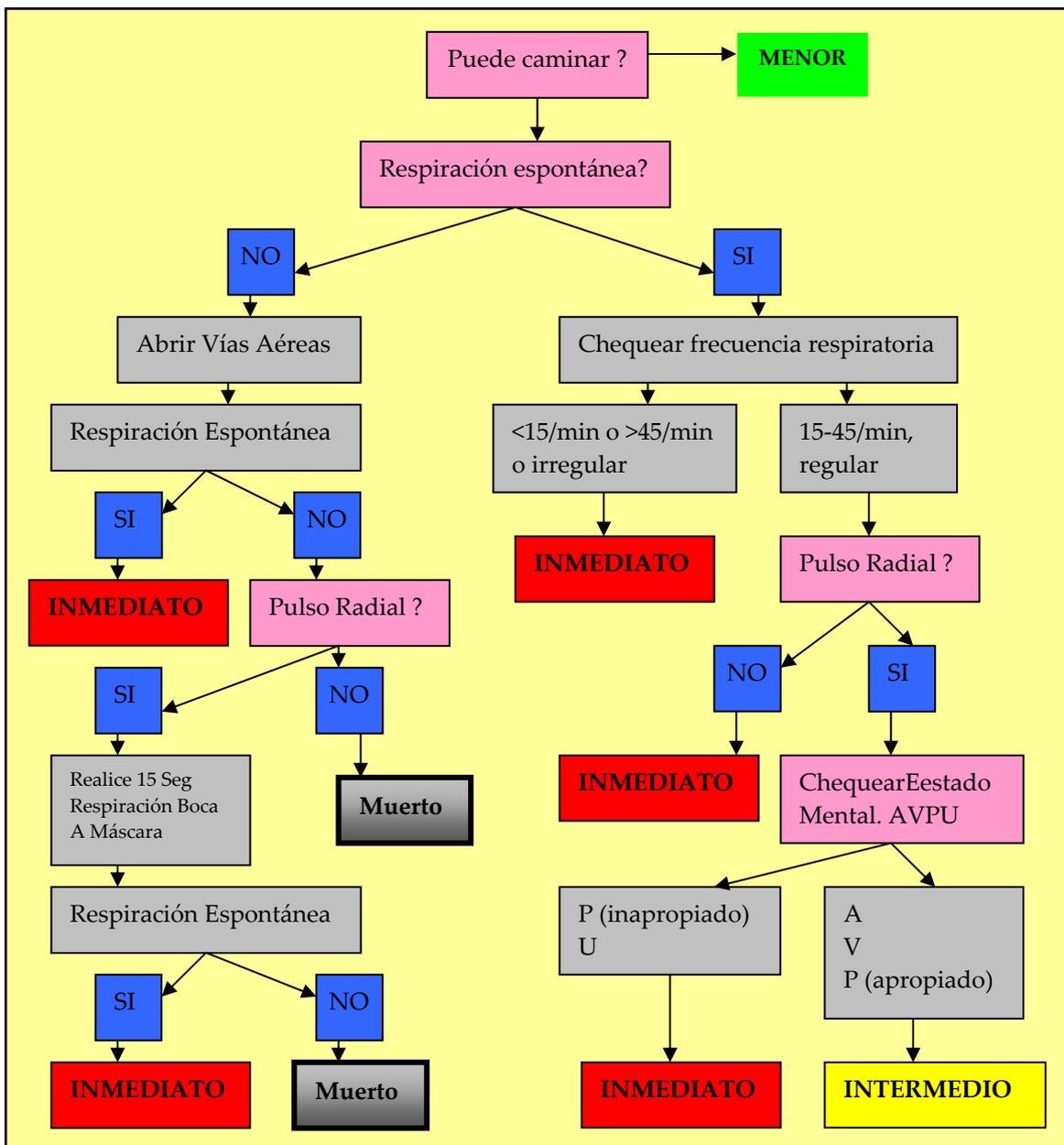


Figura 3.6. Algoritmo del método Jumpstart. (Cortesía del Dr. Pablo Smester. Sociedad Dominicana de Medicina Prehospitalaria).

Procedimientos JumpSTART

-Los niños menores de 1 año difícilmente serán **ambulantes**, éstos pueden ser triados con JumpSTART, pero deben ser totalmente valorados. Si no deambula, pero se cumplen los criterios de *demorado* y no hay lesiones externas significativas, el niño puede ser categorizado como ambulante. Se deben identificar y dirigir a todos los ambulantes a una zona de verdes para un 2º triage y tratamiento. La fisiología (especialmente la vía aérea) es parecida a la de los adultos a partir de 8 años.

-Iniciar la evaluación de los **no ambulantes**.

- **Respiración**

- Si respira evalúa la frecuencia respiratoria.
Si es de 15-40 /min continuar con la perfusión
Si es <15 o >40/min o irregular, *inmediato* y continuar con otro paciente.
- Si apneico o muy irregular : abrir vía aérea.
- Si el reposicionamiento recupera la ventilación clasificar *inmediato* y continuar.

- **Perfusión**

- Si el pulso es palpable, pasar a valorar el nivel de conciencia.
- Si no hay pulso palpable, *inmediato* y continuar.

- **Nivel de conciencia**

- Usar la escala AVDN (Alerta, Verbal, Dolor, No responde), en inglés (AVPU).
- Si alerta, responde a verbal, o responde adecuadamente al dolor, *demorado* y continuar.
- Si respuesta inadecuada al dolor o no responde, clasificar como *inmediato* y continuar.

2.3. Asistencia Sanitaria y Psicológica de las víctimas.

2.3.1. Asistencia Sanitaria.

La fase de asistencia sanitaria, como la de triage, tiene unas normas elementales (Pesqueira Alonso, 2001):

1. No se asiste a nadie mientras no haya sido clasificado.
2. Se asiste primero a los de tarjeta roja; luego a los de tarjeta amarilla; después a los de tarjeta azul y finalmente a los de tarjeta verde.
3. En una catástrofe no se reanima. Únicamente se puede valorar el inicio de maniobras de reanimación si hay recursos abundantes y siempre que no se retrase la correcta asistencia de otros con tarjeta roja o amarilla.
4. No olvidarse de los muertos. Todas las víctimas con tarjeta negra deben ser revisadas por un médico que compruebe que no respiran ni tienen pulso y que si es posible haga registro de ECG.

La práctica asistencial, además, debe seguir los criterios habituales del tratamiento inicial del paciente politraumatizado grave (Carrasco, 1999).

También hay que saber que aunque sea preceptivo asistir antes de trasladar, es de sentido común no empeñarse en estabilizar lo inestabilizable (Pesqueira, 2001). Nos guiará siempre lo mejor para la mayoría.

2.3.1.1 Mínimos asistenciales.

A continuación se destacan los mínimos asistenciales que se deben prestar a las víctimas en condiciones de alto riesgo (Álvarez Leiva, 2002):

1. **Manejo de la vía aérea:**
 - Elevar el mentón.
 - Herido inconsciente vía aérea permeable: cánula nasofaríngea.
 - Herido inconsciente con obstrucción: intubación o traqueotomía.
 - No poner collarín cervical en pacientes con heridas penetrantes en cabeza o cuello.
2. **Manejo respiratorio:** Tratar solo heridas penetrantes de tórax con distrés progresivo con descompresión inmediata.
3. **Hemorragia:** Controlar cualquier sangrado activo mediante compresión externa o torniquete.
4. **Infusión:** Acceso venoso. Se aconseja 2 vías periféricas de grueso calibre en politraumatizados graves.
5. **Fluidoterapia de emergencia vital:**
 - Hemorragia controlada sin shock: no líquidos.
 - Hemorragia controlada y shock: 1000 ml de cristaloides.
 - Hemorragia incontrolada abdominal o torácica: no líquidos.
6. **Inspección y vendaje de heridas.**
7. **Analgesia:** morfina 5x5 (5 mg cada 5 minutos).
8. **Antibióticos:** cefotaxima 2 g i.v. previos a la evacuación (heridas abdominales penetrantes, daño tisular severo, fracturas abiertas, heridas muy contaminadas).
9. **Inmovilización de fracturas** con recursos de circunstancias.
10. **RCP:** No asistencia a víctimas con heridas penetrantes sin respiración ni pulso.

2.3.1.2 Paciente atrapado.

Cuando una víctima queda atrapada (Figura 3.7), situación frecuente que nos vamos a encontrar como consecuencia de los derrumbamientos que se van a producir por el terremoto, en condiciones de difícil acceso a los equipos de emergencia, puede resultar complicado aplicar todo el conjunto de medidas de soporte vital avanzado (Ruano, 2003) deseable para salvarle la vida y asegurar su extracción en el menor tiempo posible.

Desde el punto de vista de la atención prehospitalaria, un paciente que se encuentra atrapado, deberá ser liberado lo más precozmente posible, pero antes recibirá atención médica especializada y precoz.

El politrauma atrapado puede morir generalmente por tres causas salvables (Álvarez Leiva, 1999): *asfixia*, *hemorragia* y *shock*. Desde el primer momento asistencial se deben utilizar los recursos imprescindibles para salvar la vida, portando para ello el mínimo material que nos permita controlar la vía aérea, iniciar una fluidoterapia agresiva y una analgesia potente y precoz.



Figura 3.7. Paciente atrapado bajo los escombros de un derrumbamiento ocasionado por un terremoto.

Hay una regla de oro que no debemos olvidar y es *hablar a la víctima desde el primer momento, aunque crea que no escucha y tranquilizarla*.

Se debe hacer una valoración rápida, rigurosa y sistematizada que nos identifique el estado de conciencia, la situación ventilatoria, el compromiso hemodinámico y la presencia de sangrados activos.

Se realizarán gestos salvadores con mínimos recursos, (huyendo de emplear en este procedimiento todo el material no imprescindible): maniobra frente mentón, con protección espinal; inserción de cánulas oro o nasofaríngeas; compresión externa de hemorragias, torniquetes; punción cricotiroidea, toracocentesis mediante angiocatéter, ventilación manual, intubación oro o nasotraqueal, venoclisis con fluidoterapia y analgesia.

En la tabla 3.10 se exponen las normas generales de soporte vital avanzado al paciente atrapado, entendiendo como tal las mínimas actividades terapéuticas previas al rescate que controlen las causas de muerte salvables (hemorragia, asfixia y shock).

Previo al rescate, ha de chequearse de nuevo el ABCD (vía aérea, respiración, circulación y control de hemorragias y valoración del estado neurológico) y proceder a

una correcta inmovilización antes de la liberación, estableciendo una Cápsula de Protección alrededor, para evitar que pueda ser dañado por los equipos de rescate con maniobras de corte o liberación. Estabilización inmediata previa al transporte y traslado hospitalario.

Tabla 3.10. Soporte vital avanzado al paciente atrapado (SVATR)

<p>CONTROL VENTILATORIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Paciente inconsciente que ventila espontáneamente: cánula oro o nasofaríngea -Inconsciente con dificultad ventilatoria: intubación oro o nasotraqueal -Obstrucción de vía aérea superior: punción cricotiroides. -Sospecha de hemo o neumotórax a tensión con distrés grave y progresivo: toracocentesis. -Medidas de protección adicional: control espinal y sonda nasogástrica. -Medidas de apoyo a la ventilación: ventilación manual, cánula naso u orofaríngea (en área de socorro: ventilación mecánica)
<p>CONTROL HEMODINÁMICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Infusión agresiva de líquidos -Control inmediato por torniquete o compresión de aquellas hemorragias peligrosas para la vida. -Canalizar una o dos vías venosas periféricas e infundir líquido a chorro, (es válido 3 unidades de cristaloides por cada coloide para combatir el shock hipovolémico y en procesos complicados un primer bolo de 1000 mls)
<p>ANALGESIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> -El dolor contribuye a la inestabilidad global -Se recomienda: 5 mg de morfina cada 5 minutos -Valorar el uso de Ketamina o de cualquier otro con el que se esté familiarizado.

Existen situaciones especialmente complicadas en las que un peligro vital, potencial para la víctima y/o para el equipo, dará prioridad a la extracción sin más dilaciones. Solo el buen sentido común y la responsabilidad del jefe del equipo marcarán límites del riesgo que deben asumir.

2.3.1.3 Escala Mess

Nos podemos encontrar en situaciones difíciles como la de tener que amputar miembros para liberar a los atrapados. La escala **MESS** (*Mangled, Extremity, Severit y Store*) nos puede ayudar a tomar esta compleja decisión. Se basa en la edad del paciente, los signos de shock y las características de la lesión (Tabla 3.11).

Los pacientes con una puntuación ≥ 7 tienen grandes posibilidades de perder el miembro lesionado, debiendo ser considerada la práctica inmediata de una amputación, mejorando el pronóstico con puntuaciones más bajas.

Es necesario entrenar al personal en la práctica de amputaciones en situaciones de precariedad asistencial para así resolver este tipo de problemas.

Tabla 3.11. Escala MESS.

GRAVEDAD DE LA LESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Fractura simple, contusión, herida por arma blanca o arma corta. 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • Fracturas abiertas, politraumas. 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplastamiento, heridas de guerra, heridas por arma de fuego. 	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes desgarros, heridas anfractuosas, pérdidas graves de sustancia. 	4
ISQUEMIA DISTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Pulso disminuido o ausente pero percusión distal conservada. 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • Parestesias, reflujo capilar disminuido. 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • Frialdad de extremidad, parálisis, falta de sensibilidad. 	3
SHOCK	<ul style="list-style-type: none"> • Presión sistólica mantenida >90 mmHg 	0
	<ul style="list-style-type: none"> • Hipotensión transitoria. 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • Hipotensión mantenida 	2
EDAD	<ul style="list-style-type: none"> • <30 años 	0
	<ul style="list-style-type: none"> • 30-50 años 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • >50 años 	2

2.3.1.4 Situaciones especiales.

1. **Embarazadas.** El volumen sanguíneo llega a aumentar fisiológicamente hasta un 48%, por tanto, hay que ser muy agresivos en la reanimación con líquidos y situarla precozmente en decúbito lateral izquierdo para favorecer el retorno venoso. Siempre está indicada la RCP incluso en sospecha de muerte materna para salvar al feto en caso que sea viable.
2. **Empalados.** En caso de penetración perineal por objeto rígido, la extracción se realizará solo en quirófano, pues puede desencadenar una hemorragia masiva. Se inmovilizará el objeto junto al paciente y se cortará en caso de que dificulte el rescate. Analgesiar y control hemodinámico.
3. **Aplastamiento.** Una víctima aplastada hemos de abordarla con dos ideas prioritarias: analgesiar de forma inmediata (Ketamina im puede ser una buena

opción) y estabilizar hemodinámicamente. Efectuar torniquete alrededor del miembro “prisionero”, e iniciar una liberación controlada y muy lenta. Si el tiempo previsto es prolongado, monitorizar y no dudar en anestesiar.

La **Reanimación Cardiopulmonar (RCP)** está contraindicada en los traumatizados (según las directrices del *American Collage of Surgenos Comité on Trauma y de la National Association of EMS Physicians*) en caso de: livideces, rigor mortis, descomposición, decapitación, hemicorporectomía, incineración completa, amputaciones múltiples sin signos de vida, lesión craneal penetrante con pérdida de masa encefálica y sin signos de vida, inmersión en un fluido durante más de dos horas, evisceración cardíaca y lesiones graves por aplastamiento.

Es importante saber que, después de los terremotos, se precisan capacidades quirúrgicas ingentes pero sobre todo inmediatas. Antes de las 24 horas deben estar activos los equipos capaces de realizar sobre el terreno cirugía reparadora de daño corporal. De no ser así, nuestra intervención será cosmética más que efectiva y de atención a urgencias más que de atención a las emergencias traumáticas posdesastre, (Grupo de Investigación Operativa de Catástrofes, 2003)

Llegar a tiempo en la atención médica es una lucha contrarreloj muy difícil de ganar si no existe un operativo logístico suficiente y una voluntad política clara y sobre todo oportuna a la hora de proyectar *unidades médicas de intervención inmediata*.

2.3.1.5 Despliegue del material sanitario.

El despliegue de material ha de realizarse antes de comenzar la asistencia y en el área de socorro (Carrasco, 1999). Si se realiza de forma ordenada y eficiente, facilitará enormemente la función asistencial de los equipos sanitarios concurrentes en la zona. El despliegue lo podemos realizar sobre una loneta plástica (Figura 3.8) y se ha de hacer atendiendo a las acciones prioritarias (ABC de la asistencia de urgencia), tendremos todo el material concentrado en un mismo lugar y ordenado lógicamente (Tabla 3.12)



Figura 3.8. Ejemplo de despliegue de material sanitario (Simulacro de catástrofe en Granada, 2005)

Tabla 3.12. Esquema del despliegue de material y su distribución.

Vía aérea	Ventilación	Circulación	Drogas	Inmovilización
<ul style="list-style-type: none"> - Cánulas orofaríngeas - Sistemas de aspiración - Material para intubación traqueal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resucitador manual (ambú) - Fuente de oxígeno - Ventilador mecánico - Macarillas y gafas de oxígeno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitor / Desfibrilador. - Material de venopunción (catéteres, gasas, esparadrapo...) - Sistemas de suero -Sueros 	<ul style="list-style-type: none"> - Fármacos de urgencia - Material para administrar medicación (agujas, jeringas...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Férulas de inmovilización, collarines... - Correas de inmovilización - Material fungible (guantes, apósitos, gasas...) - Contenedores de material contaminado

2.3.1.6 Proceso Asistencial Industrial.

En la atención médica a múltiples víctimas y catástrofes como puede suceder en los casos que se han planteado en este estudio, además de lo expuesto anteriormente, Álvarez Leiva (2002) describe el denominado *Proceso Asistencial Industrial (PAI)*, que se desarrolla en el área de socorro. Es un procedimiento de asistencia médica urgente, que consiste en aplicar las mismas actividades terapéuticas a todas las víctimas de manera indiscriminada, por un mismo equipo y en el caso de bajas masivas. El PAI se aplica por áreas de tratamiento (rojo, amarillos y verdes). Cada víctima puede recibir asistencia de más de un equipo. Ello permite optimizar los recursos y garantizar la ejecución del máximo número de actividades terapéuticas entre todos los lesionados, pierde el criterio de individualización asistencial al que se está acostumbrado en el día a día, pero es que la medicina de catástrofes es una medicina de masas e “industrializada”.

Genéricamente se distinguen *cuatro equipos PAI* :

- *Equipo de soporte ventilatorio*: se dedica a intubar a los pacientes que lo precisen, uno situado en el área de triage y otro en el área de rojos.
- *Equipo de analgesia*: se ocupa de administrar morfina o ketamina a cada lesionado que lo precise. Este equipo es de gran rentabilidad asistencial, ya que un solo miembro del equipo puede en pocos minutos llegar a una razonable cantidad de víctimas.
- *Equipo de fluidoterapia*: implantación de una línea con 1.000 ml de cristaloideas a todos los lesionados que padezcan alguna limitación o lesión visible o sospechada.
- *Equipo de inmovilización y empaquetado*: preparación de recursos de circunstancias y colocación de tarjetas para organizar la Segunda Noria, es

decir, preparados para pasar hacia el Puesto de Carga de Ambulancias (PCAMB).

En el caso de terremoto con muchas víctimas, como p.e. el caso de I=IX, el PAI es el procedimiento más adecuado de atención médica.

2.3.2. Asistencia psicológica de las víctimas.

La Dirección General de Protección Civil, amparada por la Ley 2/1985 de Protección Civil, y el Real Decreto 407/1992 por el que se aprueba la Norma Básica, que recogen como uno de los fines de Protección Civil, la protección y atención de la población en situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe, asume como un objetivo más la respuesta psicosocial, tanto desde el punto de vista de la prevención, como de la planificación, la intervención y la rehabilitación. Por ello, se forma un *Grupo de Psicología de Catástrofes*, coordinado por la Subdirección General de Planes y Operaciones y manteniendo nexos de colaboración con el CEISE, para los temas relacionados con la investigación psicosocial y, con la Escuela Nacional de Protección Civil, para los aspectos relacionados con la realización de actividades formativas.

Actualmente, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias cuenta con las *Unidades de Apoyo ante Desastres*. Están compuestas por:



- Jefe de UAD.
- Responsable sanitario.
- Responsable Logístico.
- Médicos y médicos especialistas, veterinarios o farmacéuticos y DUE.
- Psicólogo.
- Apoyo a la gestión.
- Técnico en emergencias médicas.
- Piloto.

Cada uno de los integrantes de estas unidades tiene unas funciones, un perfil y una formación académica determinada.

El *Grupo Isis* es la *Unidad de Intervención en Desastres del Instituto de Psicoterapia Psicoanalítica de Sevilla*. Su estructura y modo de operar puede servir de ejemplo para la intervención en desastres sísmicos en Andalucía. La Unidad de intervención se compone de varios Grupos, cada grupo está formado por doce personas, y dividido a su vez en tres equipos.

Recientemente la Unidad se ha reestructurado para adaptarla a la demanda real en nuestro país y hacerla más operativa, se han creado tres Grupos distintos:

1. *Grupos de intervención en emergencias y desastres.*
2. *Grupos de coordinación en emergencia y desastres.*

3. Grupos de intervención en urgencias.

1. Los Grupos de Intervención en Emergencias y Desastres están constituidos por un Equipo Punta, Equipo Apoyo y Equipo Base, cada uno con 4 miembros. (Figura 3.9)



Figura 3.9. Áreas donde los equipos que conforman el Grupo de Desastres ejercen su acción: Área de Salvamento-Equipo Punta, Área de Socorro-Equipo de Apoyo y Área Base-Equipo Base.

Sus funciones son:

- *Equipo Punta (E.P.):* es el encargado de llegar al lugar más próximo posible donde ocurra el siniestro, su función es prestar asistencia a los supervivientes y a las personas que aún no hayan podido ser rescatadas. También ayudaran a los equipos de rescate a soportar el impacto psicológico.

Es un grupo altamente especializado y entrenado para moverse en terrenos abruptos, nieve y agua, y con conocimientos de técnicas de rescate, espeleología, alpinismo, escalada, supervivencia, meteorología, etc. Podrá reforzar a los equipos de rescate y salvamento cuando se trate de salvar vidas

- *Equipo Apoyo (E.A.):* reforzará al E. P. cuando sea necesario y las condiciones geográficas lo permitan y atenderá a los afectados, en el lugar de evacuación.

- *Equipo Base (E.B.):* se encargará de la asistencia a los familiares, en el lugar que se haya designado al efecto y colaborará en la organización del sistema de atención, también coordinará a los voluntarios que acudan a prestar ayuda psicológica.

2. Grupos de Coordinación en Emergencias y Catástrofes

Estos grupos se crean para cubrir la necesidad que existe cuando ocurren situaciones de emergencias en nuestro país, en las que distintas entidades e instituciones ofrecen psicólogos voluntarios para realizar la intervención y en los que la necesidad principal es la organización y planificación de una gran cantidad de profesionales, hasta 1500, como fue el caso del atentado de Madrid.

Estos grupos están formados por tres equipos:

-*Equipo de recepción y formación:* Su función es realizar el filtro de entrada de los profesionales que van llegando al lugar donde se realiza la intervención, utilizando los protocolos diseñados para ello y encargarse de realizar la formación previa para conseguir una unificación en cuanto a la técnica de intervención, dotando a estas personas de unos elementos técnicos mínimos que les permita hacer un abordaje eficaz.

-*Equipo de atención a los profesionales:* Son los encargados de aplicar el protocolo específico para evitar que los profesionales que intervienen sufran trastornos psicológicos posteriores y para mantenerlos operativos todo el tiempo que dure la intervención.

-*Equipo de coordinación:* Su tarea consiste en coordinar toda la intervención, desarrollando la planificación estratégica de la misma y creando los protocolos necesarios que no existan. Se busca adaptar al máximo la intervención a la realidad donde se opera, que siempre presenta características distintas a los casos similares ocurridos.

3. Grupos de intervención en urgencias.

Estos grupos se han creado para cubrir la necesidad de la implantación de un servicio de asistencia psicológica 24 horas, similar al que ya existe en asistencia sanitaria, el 061. Trabajan a turnos para cubrir el servicio durante las 24 horas los 365 días del año y en colaboración directa con las unidades de urgencias sanitarias.

Se ofrece a Comunidades Autónomas, Ayuntamientos y Corporaciones Locales, la prestación de la atención en urgencias y emergencias, las 24 horas y los 365 días del año.

Intervención en Desastres:

Intervención en España. Los servicios que ofrece esta Unidad de Desastres son:

- Intervención en Desastres Naturales de todo tipo, en todo el territorio español.
- Intervención en desastres tecnológicos y accidentes de medios de transportes.
- Intervención en desastres provocados por el hombre: guerra, terrorismo, atentados, etc.

- Seguimiento de las víctimas y afectados por los desastres, para prevenir una posible psicopatología.
- Apoyo telefónico, por email, irc y videoconferencia a los afectados.
- Coordinación y organización de la población afectada por un desastre.
- Coordinación y organización de los equipos de ayuda que atienden el desastre.
- Formación en psicoterapia de desastres a los psicoterapeutas de la zona afectada.

3. Métodos de organización de las emergencias sísmicas.

3.1 Planes de emergencia sísmica a escala nacional.

La principal legislación vigente sobre la gestión y la prevención de catástrofes por fenómenos sísmicos se recoge en el ANEXO 12.

3.1.1 Planes territoriales y especiales.

La ley 2/85 sobre Protección Civil marca el inicio de una política estructurada de reducción de riesgos a escala nacional, con la participación de las diferentes Administraciones y de los ciudadanos.

En dicha política participan no solo los diferentes Departamentos de la Administración Central, sino de las Comunidades Autónomas (Administraciones Regionales) y Ayuntamientos (Administraciones Locales).

En España existe un cuerpo legislativo y normativo tanto a nivel Central, Autonómico y Local que cubre de manera ordenada los diferentes riesgos. Las competencias en materia de Protección Civil no son exclusivas de un nivel administrativo (Central, Autonómico o Local), sino que es una competencia concurrente. La legislación en materia de Protección Civil cubre los diferentes aspectos de la gestión de riesgo (previsión, prevención, planificación, etc.) a los niveles competenciales de las tres Administraciones de manera coherente. Dicha coherencia se asegura a través del mecanismo de homologación de los Planes de Protección Civil, a nivel Autonómico y Local en las Comisiones Nacionales y Autonómicas de Protección Civil. (BOE 054 de 04 de marzo de 1995).

(http://www.belt.es/legislacion/vigente/sp_pcivil/pcivil/estatal/)

Los **Planes de Protección Civil** se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Los Planes Territoriales de Protección Civil:

- Tienen el carácter de planes directores.
- Especifican la organización de Protección Civil en las Comunidades Autónomas y en los Ayuntamientos.

- Tratan los riesgos genéricos.
- Su estructura está definida en la *Norma Básica de Protección Civil*, (1992).

- **Los Planes Especiales**, que se refieren a la gestión de los riesgos específicos. Su contenido se define en las *"Directrices Básicas"* o en los *"Planes Básicos"* que cubren distintos riesgos, entre ellos, el **Riesgo Sísmico**: *"Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico"*, (1995).

3.2. Plan de Emergencias Sísmicas de Andalucía.

El Plan de Actuación Sanitaria se tiene que insertar en el Plan Territorial de Emergencias de Andalucía (PTEAnd).

3.2.1 Plan Territorial de Emergencias de Andalucía.

El Consejo de Gobierno de 13 de Octubre de 1999, acuerda la entrada en vigor del *Plan Territorial de Emergencias de Andalucía (PTEAnd)*, una vez superada la fase de homologación por parte de la Comisión Nacional de Protección Civil. Este plan que fue aprobado el 6 de Octubre de 1998, establece la estructura y los medios necesarios para hacer frente a situaciones de riesgo colectivo para la integridad de las personas, los bienes o el medio ambiente en la comunidad autónoma.

Ante las situaciones de emergencia que pueden incidir en Andalucía, se establece la necesidad de una adecuada planificación que posibilite la organización, coordinación y dirección de todos los servicios, públicos y privados, implicados en las emergencias.

Se trata, desde la planificación de Protección Civil, de establecer el marco orgánico funcional y los mecanismos que permitan la movilización de recursos, humanos y materiales, necesarios para la protección de personas y bienes en caso de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública.

Es competencia de las Comunidades Autónomas la elaboración de Planes Territoriales. Estos planes están dirigidos a hacer frente a las emergencias generales que se puedan presentar en el ámbito de la correspondiente Comunidad y establecen un marco organizativo en el que se integran Planes de ámbito territorial inferior.

Objetivos del PTEAnd:

El Plan Territorial de Emergencia de Andalucía (PTEAnd) está dirigido a la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente, a través del establecimiento de una estructura orgánica-funcional y de procedimientos operativos que aseguren la respuesta en las emergencias generales que se produzcan dentro del territorio de la Comunidad Autónoma Andaluza (y siempre que éstas no sean declaradas de interés nacional).

El PTEAnd establece el esquema de coordinación entre las distintas administraciones públicas llamadas a intervenir, definiendo la función directiva de la Junta de Andalucía y la organización de los servicios y recursos que procedan de:

- Junta de Andalucía.
- Administraciones públicas en Andalucía.
- Entidades públicas o privadas en Andalucía.

La respuesta de PTEAnd se dirige a:

- Atender las emergencias que se produzcan en la Comunidad Autónoma de Andalucía
- Optimizar los procedimientos de prevención, protección, intervención y rehabilitación.
- Posibilitar la coordinación y dirección de los servicios, medios y recursos intervinientes.
- Permitir la mejor integración de los planes de emergencia que se desarrollan dentro del ámbito territorial de Andalucía.

Carácter del Plan Director.

El PTEAnd asume el carácter de Plan Director, constituyendo el marco regulador de la planificación ante emergencias que, a distintos niveles o sectores, se elabore en el territorio de la Comunidad Autónoma Andaluza.

El PTEAnd fija los criterios que permiten la interconexión e integración de:

- Planes Territoriales de Emergencia de ámbito inferior.
- Planes Especiales de Emergencia de Comunidad Autónoma.
- Planes Específicos de Emergencia.
- Planes de Emergencia interior/Autoprotección.
- Planes Sectoriales aplicables a situaciones de Emergencia.

El nuevo plan hace posible la coordinación y dirección de los medios existentes, tanto de la propia Junta de Andalucía, que tiene el papel director, como de las restantes administraciones u otras entidades públicas o privadas. Para ello se establece el principio de gravedad creciente, de tal forma que ante una posible limitación de la capacidad de respuesta, la dirección y coordinación del plan de emergencia será asumida por la autoridad correspondiente al ámbito territorial superior. Asimismo, se regulan las directrices y criterios generales que las administraciones, organismos y entidades deben tener en cuenta a la hora de elaborar sus propios planes de emergencia. Por último, el plan prevee la elaboración de un catálogo de medios y recursos disponibles y establece las pautas que se deben seguir en situaciones de emergencia o catástrofe.

3.2.2. Estructura y organización general de un Plan de Emergencias Sísmicas, basado en el Plan Territorial de Emergencias de Andalucía.

Como se ha comentado, el Plan Territorial de Emergencias de Andalucía, tiene calidad de Plan Director para hacer frente a las emergencias de carácter general que puedan producirse en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma. Por este

motivo la estructura del Plan de Emergencias Sísmicas que a continuación se detalla, se basa en el PTEAnd, que tiene tres ámbitos: uno regional (o de la comunidad), otro provincial y otro local (o municipal).

A) Estructura Regional.

Para aquellas emergencias sísmicas que afectan a más de una provincia y/o para su resolución se requieren recursos externos a la provincia afectada, sin sobrepasar la territorialidad de Andalucía. Está constituido por:

- **Dirección del Plan.** Corresponde a la persona titular de la Consejería de Gobernación y Justicia. Cuando el Director del plan lo considere necesario, solicitará la presencia de un representante de la Administración general del Estado, estableciéndose un Comité de Dirección a los efectos de una mejor coordinación de actuaciones, así como preparar la posible transferencia de funciones ante la previsible declaración de interés nacional. La Dirección en dicho Comité será ejercida por el titular de la Consejería de Gobernación y Justicia. Este podrá también, en caso necesario, solicitar la convocatoria del *Gabinete de Crisis*, presidido por el Presidente de la Junta de Andalucía y compuesto, además del Consejero de Gobernación y Justicia, por al menos, los consejeros/as de Presidencia, Salud, Medio Ambiente, Economía y Hacienda y Obras Públicas y Transporte.

- **Comité Asesor.** Actúa como órgano auxiliar de la Dirección del Plan y lo asesora. Lo integran los Directores Generales de: Política Interior, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Consejería de Salud, de Educación y Ciencia, Medio Ambiente, Asuntos Sociales y el Jefe de Servicio de Protección Civil de la Dirección General de Política Interior.

- **Gabinete de Información.** Debe recabar y centralizar toda la información relativa a la emergencia y su evolución, así como de las víctimas y facilitar el contacto con los familiares. También debe elaborar comunicados bajo las directrices de la Dirección del Plan y centralizar y coordinar la información para los medios de comunicación. De todo ello, se encarga el Jefe de Prensa de la Consejería de Gobernación y Justicia apoyados por los Jefes de Prensa de las Delegaciones del Gobierno de Andalucía afectadas por la emergencia.

- **Dirección Regional Adjunta.** Corresponde a la persona titular de la Dirección General de Política Interior. Asesora y ayuda a la Dirección del Plan y adecua la activación del CECOP (regional).

- **Centro de Coordinación Operativa Regional (CECOP).** Se establecerá en las dependencias del Centro Coordinador de Emergencias de Andalucía (CECEM Andalucía). Este CECEM pasará a funcionar como CECOP cuando se active el PTEAnd en su fase regional. Posibilita la coordinación de las actuaciones entre los distintos CECOP Provinciales y traslada la información a la Dirección del Plan.

En cada una de las provincias andaluzas y dependiente de la Dirección del Plan se establece una:

B) Estructura Provincial

Se trata de un ámbito de planificación provincial, pues la emergencia sísmica no sobrepasa la territorialidad provincial y para su resolución no se precisan recursos

externos a la provincia afectada. Su planificación corresponde a cada servicio provincial. Está constituida por:

- **Dirección.** Corresponde a la persona titular de la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en la provincia.

- **Comité Asesor.** Lo integran los jefes de los *Grupos de Acción* y los Delegados Provinciales de la Junta de Andalucía de: Salud, Medio Ambiente, Obras Públicas y Transportes, Asuntos Sociales, Educación y Ciencia, el Jefe de Servicio de Protección Civil de la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía, Representante de la Diputación Provincial y Alcaldes implicados en la emergencia.

- **Gabinete de Información.** Lo integran el Jefe de Prensa de Gobierno de la Junta de Andalucía, que contará con el apoyo de los Jefes de Prensa de otras Delegaciones de la correspondiente Provincia.

- **Centro de Coordinación Operativa Provincial (CECOP).** Se establecerá en las dependencias de los Centros de Coordinación de Emergencias Provinciales (CECEM), o en su defecto en las instalaciones específicas que se designen por la Consejería de Gobernación y Justicia. Entre sus funciones está la de posibilitar la coordinación de los Grupos de Acción intervinientes y garantizar la comunicación con el Puesto de Mando Avanzado (PMA), al objeto de atender sus solicitudes.

- **Grupos de Acción.** Estos grupos, si bien tienen distinta titularidad, tienen en común la realización de funciones confluentes y complementarias. De ahí su agrupación en:

* *Grupo de Intervención.*

Integrado por: Servicios Contraincendios, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, *Equipos de Emergencias Sanitarias*, Equipos especiales de Rescate y Salvamento.

* *Grupo Sanitario.*

Integrado por: Sistema Sanitario Público de Andalucía, Asamblea Provincial de la Cruz Roja, Centros Hospitalarios concertados y privados y Empresas de Transporte Sanitario concertadas y privadas.

Entre sus *funciones* destacan:

1. Evaluar la situación sanitaria derivada de la emergencia.
2. Organizar el dispositivo médico asistencial y prestación de asistencia en zonas afectadas.
3. Organización y Gestión de la evacuación y transporte sanitario.
4. Identificación de cadáveres en colaboración con los servicios correspondientes.
5. Control de brotes epidemiológicos.
6. Cobertura de necesidades farmacéuticas.
7. Vigilancia y control de la potabilidad del agua e higiene de los alimentos y alojamientos.
8. Establecimiento de recomendaciones y mensajes sanitarios a la población.

* *Grupo de Seguridad.*

Integrado por Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y la Jefatura Provincial de Tráfico.

* *Grupo de Apoyo Logístico y Acción Social.*

Deben restablecer los servicios públicos, habilitar locales susceptibles de albergar a la población afectada y gestionar los aprovisionamientos de productos básicos necesarios, tales como alimentos, agua potable, ropas y abrigos.

Los integrantes de este grupo son:

- Servicios de la delegación Provincial de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía y de la Diputación Provincial.
- Servicio de la Delegación Provincial de Asuntos Sociales de la Junta de Andalucía y de la Diputación Provincial.
- Empresas de servicios de agua, electricidad, teléfono y gas.
- Agrupaciones de Voluntarios de Protección Civil.
- Asamblea Provincial de la Cruz Roja.
- Organizaciones No Gubernamentales.
- Fuerzas Armadas.

C) *Estructura Local*

La Protección Civil Municipal tiene como fin la configuración de una Organización en base a los recursos municipales y a la colaboración de las entidades privadas y de los ciudadanos, para garantizar la coordinación preventiva y operativa respecto de la protección de personas y bienes ante los daños producidos por las situaciones de emergencia, mediante la realización de actividades que permitan evitar las mismas, reducir sus efectos, reparar los daños y en su caso, contribuir a corregir las causas que lo produjeron.

La colaboración voluntaria y por tiempo determinado de los vecinos a la Protección Civil Municipal se llevará a cabo mediante la incorporación de los mismos a la **Agrupación de Voluntarios de Protección Civil**.

La Agrupación dependerá directamente del Alcalde, que podrá delegar el ejercicio de sus funciones y competencias en el Concejal Delegado de Protección Civil. No obstante, la Agrupación se encuadrará, orgánica y funcionalmente, en la Unidad municipal de que dependen los Servicios de Seguridad y Policía Municipal.

Se trata de una organización de carácter altruista y humanitario, integrada por la vinculación voluntaria y desinteresada de los ciudadanos del municipio de Granada, de toda la clase social, que depende orgánica y funcionalmente del Ayuntamiento de Granada a través del Servicio Contra Incendios y Protección Civil.

La Protección Civil local estará constituida por:

- **Dirección.** Corresponde a la persona titular de la alcaldía.
- **Comité Asesor.** Formado por el Concejal Delegado de Seguridad Ciudadana, Responsables de los Servicios Operativos Locales, el Jefe del Servicio local de

Protección Civil y Responsables de los medios asignados por otras Administraciones Públicas.

- **Gabinete de Información.** Por el Responsable de Prensa del Ayuntamiento/s implicados.

- **Centro de Coordinación Operativa local.** Este centro se ubicará en aquellas dependencias municipales que vienen garantizando de forma ordinaria la coordinación de los distintos servicios operativos municipales. Estará compuesto por el Jefe de Servicio local de Protección Civil, el Coordinador Técnico y personal de operación. Este centro comenzará a funcionar como CECOPAL desde el momento en que la dirección Local, el Comité Asesor y el Gabinete de Información se incorporen a efectos de proceder a dirigir y coordinar las actuaciones, procediéndose así a su activación.

- **Servicios Operativos.** Los Servicios que en el ámbito local deberán existir, son al menos, los siguientes: Servicio Contra incendios, Servicio de Seguridad, Servicio Sanitario y Servicio de Apoyo logístico y Acción Social.

3.2.3. Operatividad y Activación del Plan de Emergencias Sísmicas.

En caso de emergencia sísmica, es fundamental una transmisión urgente de la información entre todos los estamentos involucrados a efectos de proceder lo más rápidamente posible al rescate de las personas posiblemente afectadas, reparar las vías y servicios esenciales, establecer estructuras de ayuda y minimizar las emergencias de otras características que puedan estar asociadas.

La situación de emergencia sísmica ha de ser inmediatamente comunicada al Centro de Coordinación Operativa (CECOP). Como hemos visto anteriormente, éste se establecerá en las dependencias del Centro de Coordinación de Emergencias (CECEM).

Al mismo tiempo, los organismos expertos en la detección de la emergencia valorarán, con la mayor urgencia posible, los parámetros focales del sismo (localización, profundidad, magnitud (Ritcher) y estimación de la intensidad (M.S.K.)), la estimación del área afectada y la estimación de la intensidad en los municipios del área afectada.

El Plan establece para los distintos Órganos que componen su Estructura las actuaciones que deben ejecutar en función de la gravedad, el ámbito territorial y los medios y recursos a movilizar.

● Fases de la emergencia.

Según estos medios y recursos a movilizar, se distinguen distintas FASES para controlar la emergencia:

Preemergencia.

Cuando se procede a la alerta de los servicios operativos municipales y medios provinciales, ante un riesgo previsible que podría desencadenar una situación de emergencia. El aviso proviene del CECEM regional o los CECEM provinciales. Esta

fase, generalmente no existe en los casos de terremotos destructores, ya que estos se suelen presentar sin que ocurran terremotos que indiquen la inminencia de la ocurrencia de otros mayores con consecuencias destructoras.

Fase de emergencia local.

La dirección de esta fase corresponde a la persona titular de la Alcaldía o autoridad competente en caso de actuación supramunicipal (municipios asociados). Para el control de la emergencia se procede a la movilización de los Servicios Operativos Municipales, que actúan de forma coordinada. Pueden estar implicados medios provinciales y que colaboran puntualmente. En esta fase el PTEAnd se encuentra activado parcialmente. Se activa la planificación y Estructura Local.

Fase de emergencia provincial.

Cuando para el control de la emergencia sísmica se requiere la movilización de algunos o de todos los Grupos de Acción. Pueden estar implicados medios supraprovinciales que colaboran puntualmente. En esta fase también el Plan se encuentra activado parcialmente y se activa la planificación y Estructura Provincial. La dirección de esta fase corresponde a la persona titular de la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en la respectiva provincia.

Fase de emergencia regional.

Se han superado los medios y recursos de la provincia y se requiere la activación completa del Plan, necesitando ayuda de otras provincias. Se activa la planificación y estructura regional. La dirección de esta fase corresponde a la persona titular de la Consejería de Gobernación y Justicia de la Junta de Andalucía.

En la tabla 3.13 se sintetizan los integrantes del Plan, atendiendo a su estructura (local, provincial y regional) y a la fase de emergencia que se active, (PTEAnd, 1999).

● **Activación del Plan.**

La *activación del Plan* supone una respuesta inmediata por parte de la Estructura correspondiente, quien debe garantizar la adopción de las medidas urgentes y la coordinación de los medios y recursos de las distintas Administraciones, Organismos y Entidades intervinientes.

El Plan Territorial de Emergencias de Andalucía, como plan operativo, en el caso de sismo, se entiende activado desde el momento que concurren tres circunstancias:

1. La existencia de una emergencia sísmica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma, cuya naturaleza y consecuencias superen la capacidad de respuesta habitual de los servicios de urgencia y requieran una actuación coordinada y de carácter extraordinario.
2. Que no sea de aplicación ninguna planificación específica o que éstas hayan sido desbordadas.
3. Que la decisión sea tomada por la Autoridad competente que asuma la Dirección.

Tabla 3.13. Estructura operativa del PTEAnd, atendiendo a las fases y estructura de la emergencia sísmica. (PTEAnd, 1999.)

ESTRUCTURA FASES	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL
PREEMERGENCIA	- Servicios municipales.	- Medios y Recursos Provinciales alertados. - CECEM en alerta y seguimiento.	- CECEM en alerta.
EMERGENCIA LOCAL	- Servicios municipales movilizados y actualizados. - Dirección y Coordinación. - CECOPAL activado.	- Medios y Recursos Provinciales colaborando. - CECEM en alerta y seguimiento.	- CECEM en alerta.
EMERGENCIA PROVINCIAL	- Integración en ámbito provincial.	- Grupos de Acción movilizados y actuando. - Dirección y Coordinación. - CECOP activado.	- Medios y Recursos Regionales alertados. - CECEM en alerta y seguimiento.

Una vez activado el Plan, éste puede ser:

- **Parcial:** en la fase de Emergencia Municipal o Provincial.
- **Total:** en la fase de Emergencia Regional.

La *desactivación del Plan* se producirá una vez desaparecidas las circunstancias que provocaron su activación y así lo decida la autoridad competente.

En aquellos casos en que las previsiones de la Comunidad Autónoma se hayan visto superadas por la catástrofe, el Ministerio de Justicia e Interior podrá solicitar la presencia de un representante de la autoridad militar, el cual se integrará en el Comité Asesor del CECOPI, cuando éste se constituya.

La solicitud de ayuda internacional, cuando sea previsible el agotamiento de las posibilidades de incorporación de medios nacionales, se efectuará por la Dirección general de Protección Civil, de acuerdo con los procedimientos establecidos para la aplicación de la Resolución del Consejo de las Comunidades Europeas, de 8 de Julio de 1991, sobre la mejora de asistencia recíproca entre Estados miembros, en caso de catástrofes naturales o tecnológicas y de los convenios bilaterales y multilaterales, suscritos por España, en materia de Protección Civil (Directriz Básica de Protección Civil, 1995).

3.3. Plan de Emergencias Sísmicas en Granada.

En Septiembre 1996, el Gobierno Civil de Granada elaboró un *Plan de Emergencias Sísmicas de la Provincia de Granada* (PESIGRA). La elaboración y aplicación de este Plan Provincial se fundamenta en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil y el Real Decreto 1378/1985 sobre medidas provisionales en situaciones de emergencia, donde se consideran todas las actuaciones precisas para evaluar las consecuencias producidas, prestar auxilio a la población afectada y minimizar los efectos del siniestro en las personas y los bienes, incluyendo entre las mismas las siguientes:

- Evaluación de las consecuencias.
- Medidas de rescate, salvamento y protección de la población. Comprende actuaciones tendentes a: salvamento y socorro de supervivientes atrapados e identificación de víctimas, asistencia sanitaria de urgencia y traslado de heridos a centros hospitalarios de recepción, evacuación, albergue y asistencia social. Abastecimientos de agua, alimentos y ropa y extinción de incendios.
- Medidas en relación con las edificaciones.
- Medidas en relación con los servicios esenciales.
- Medidas en relación con el sistema viario e infraestructuras de los transportes.

Este Plan de Emergencias Sísmicas de la Provincia de Granada establece la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios, con objetivo de hacer frente a las emergencias por terremotos ocurridos en el ámbito provincial o bien, prestar el concurso necesario cuando tales situaciones se produzcan en cualquier otra parte del territorio nacional. Sin embargo, no contempla la actuación sanitaria como tal, para prestar asistencia médica a las víctimas.

4. Métodos de Organización de Planes de Actuaciones Sanitarias en Terremotos Granadinos.

Los efectos de un gran terremoto pueden abarcar una amplia gama de implicaciones, no solo las derivadas de la demanda de una atención inmediata a las víctimas, sino de los efectos que se pueden producir a mediano y largo plazo, como consecuencia de la interrupción de programas de saneamiento, control y vigilancia de enfermedades, así como el abastecimiento de agua y alimentos.

Tampoco debemos olvidar aquel sector de la población que diariamente hace uso de los servicios sanitarios, sobre todo pacientes crónicos y de edad avanzada, que pueden no estar directamente relacionados con los efectos del terremoto, pero que van a continuar precisando asistencia y demandando atención médica continuada.

La experiencia ha demostrado que se cometen errores cuando no hay una organización adecuada, ni personal preparado para actuar conforme a un plan

previamente estructurado. Esos errores provocan confusiones, retrasos, omisiones y abusos, además de aumentar las dificultades que tienen las autoridades responsables para movilizar el apoyo logístico disponible de manera oportuna y en su totalidad. Por ello es importante contar con un inventario de recursos humanos, materiales e institucionales en el área médico-asistencial (Álvarez Leiva, 2000).

En este Plan constan las actuaciones encaminadas a garantizar la operatividad de los medios humanos y materiales disponibles. Para ello se han utilizado como referencias los planes de emergencia descritos en el apartado anterior, y los que recoge La Sociedad Española de Medicina de Catástrofes (SEMECA) y las publicaciones científicas que realiza La Organización Panamericana de la Salud perteneciente a la Organización Mundial de la Salud, aplicadas a nuestro entorno.

4.1. Estructura y organización general de un Plan de Actuaciones Sanitarias.

Como se ha dicho en el capítulo 1, los pilares básicos de una eficiente asistencia sanitaria ante emergencias sísmicas son 5:

- Control del escenario: Sectorización.
- Ejercicio del Mando : Mando Sanitario
- Asistencia Sanitaria: triage y atención médica urgente de las víctimas.
- Las comunicaciones.
- El control de las ambulancias.
- Propuesta de evacuación: dispersión de los pacientes y medios de evacuación.
- Adecuada respuesta hospitalaria.
- Evaluación, revisión y actualización del Plan.

4.2. Sectorización y funciones asistenciales.

Sectorizar es dividir en espacios funcionales un área determinada. Es necesario para ello controlar el escenario o marco geográfico donde se produce la catástrofe sísmica, y donde concurren gran cantidad de elementos que contribuyen a crear una situación caótica y confusa (Carrasco, 1999).

La sectorización o control del escenario tiene como fin (Álvarez Leiva, C., 2002):

- Evaluar la situación. Comunicar los resultados de la evaluación y solicitar recursos.
- Control de espectadores y permeabilización de los accesos al lugar afectado.
- Facilitar la integración de equipos multidisciplinares.

- Desplegar el material sanitario y comprobar toda el área buscando víctimas y balizando todo el perímetro.
- Facilitar la evacuación a los puntos asistenciales.
- Controlar los riesgos añadidos e impedir la difusión del problema.

La sectorización es la base sobre la que se asienta la organización de los espacios en los que van a trabajar los equipos de emergencia (Figura 3.10).

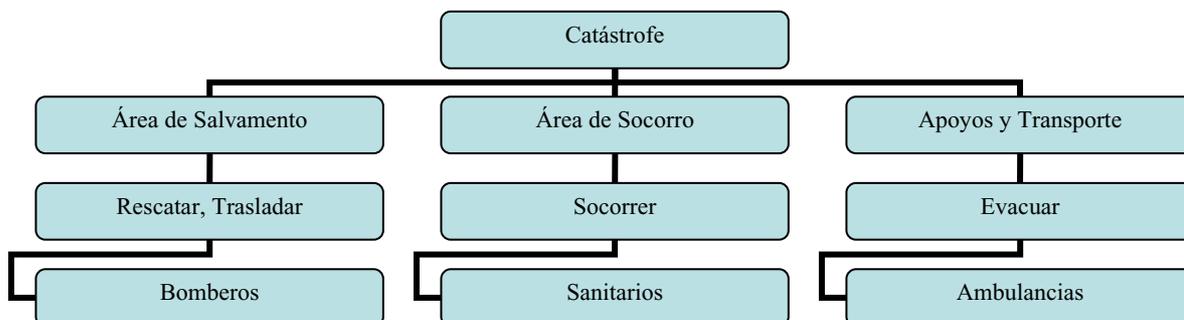


Figura 3.10. Organigrama de sectorización para controlar el escenario en una catástrofe, aplicable al caso de terremoto dañino.

Para el buen funcionamiento de la organización asistencial se establecen tres sectores: **Área de Intervención, Área de Socorro y Área de Base.**

1.- Área de Intervención, de Salvamento o Rescate.

Es el punto o área de impacto sísmico, también denominada Zona Caliente, Área Roja o Punto Cero), en ella se encuentran los lesionados, los atrapados, pueden existir derrumbes, incendios, desolación, donde los servicios básicos han quedado interrumpidos. En él van a actuar en primer lugar los propios supervivientes y en segundo lugar los *Servicios de Rescate y Salvamento*, éstos se limitan a “gestos terapéuticos salvadores” como son: permeabilidad de la vía aérea mediante hiperextensión del cuello o posición lateral de seguridad, control por compresión o torniquete de hemorragias externas, transporte con control espinal, hasta el “nido de heridos”, (*Primera Noria* de evacuación, Tabla 4) en el Área de Socorro. Se trata del primer eslabón de la cadena de evacuación y tiene como objetivo agrupar en puntos concretos a las víctimas, retirándolas de daños potenciales y rescatando a los atrapados para conducirlos a sectores en los que puedan ser socorridos.

No es infrecuente que se produzcan **errores** en esta zona como:

- Invadir los sanitarios el Área de Salvamento, olvidando que es área de socorro, e iniciar actividades asistenciales rutinarias.
- Hacer la clasificación en esta zona.
- Meter las ambulancias en el Área de Salvamento.

- Efectuar rescates complicados sin personal médico de apoyo. En condiciones de difícil acceso a las víctimas, los Equipos de Emergencias apoyarán en lo posible las labores de rescate, iniciando los cuidados médicos.
- No existencia de camillas suficientes para “acarrear” (ésta es una responsabilidad de los bomberos, que garantizarán el flujo de víctimas hacia atrás).

2.- Área de Socorro (Área segura, zona amarilla).

Es el espacio para socorrer a las víctimas en el que se despliegan los Servicios Sanitarios que prestarán las primeras atenciones, se hará la primera clasificación y dispersión de los damnificados. El triage es el esfuerzo principal a desarrollar en esta área, donde se deben tratar las urgencias extremas (Figura 3.11).



Figura 3.11. Ejemplo de Área de Socorro donde se está realizando triage y primera asistencia sanitaria. (Simulacro de catástrofe en Granada, 2005)

Los elementos sanitarios que se despliegan en este sector son:

- **Nido de heridos.** Zona del Área de Socorro donde se concentran las víctimas que se van a clasificar y tratar.
- **Área de clasificación.** A cada categoría se asignará un espacio físico y un personal para asistirlo. Se alinearán siempre las víctimas.

- **Puesto Sanitario Avanzado (PSA) ó Puesto Médico Avanzado (PMDA).** Es el espacio físico del Área de Socorro donde se presta asistencia sanitaria de una forma eventual.
- **Puesto de carga de ambulancias** (todos ellos se analizarán detalladamente en siguientes apartados).

Para la ubicación del Área de Socorro se elegirán espacios abiertos (por ejemplo, plazas, parques, polideportivos, campos de fútbol, plazas de toros, etc.), que estén fuera de peligro, con accesos rápidos y permeables, que ofrezcan la posibilidad de efectuar los despliegues de socorro inmediato, y faciliten la coordinación y transporte.

Dentro de la cadena organizativa y asistencial de una catástrofe o siniestro de múltiples víctimas, se encuentra la **Unidad de Estabilización Prehospitalaria (UAP)**, (Blanco, 2000). Es un área asistencial transportable, fija o eventual en un ambiente prehospitalario de catástrofe, cuya prioridad es la de continuar el tratamiento inicial de los equipos de emergencia, proporcionar soporte vital avanzado (De la Torre, 2001), estabilizar al paciente y prepararlo para su posterior evacuación. Esta se ubica en el Área de Socorro, como área asistencial más cercana a la zona de la crisis o impacto. El responsable de la misma, estará comunicado permanentemente con el Puesto de Mando Avanzado, Jefe de Triage y Jefe de Evacuación.

3.- Área de Base (Área de apoyo, de estacionamiento, zona verde)

En ella se organizan los apoyos disponibles para asistir al salvamento y socorro de las víctimas (parking, equipos pesados, ambulancias, etc.)

Cuando la magnitud de la catástrofe lo demande, los distintos sectores se dividirán en subsectores para integrar diferentes equipos en la resolución de un mismo problema.

4.3. El mando sanitario.

El mando sanitario dirige a los equipos que prestan sus servicios en el grupo sanitario. Lo hace de manera estructurada y organizada a través de una cadena de sucesión jerárquica, de forma que pueda establecer una comunicación concreta y directa con muy pocas personas que a su vez lo harán con otros elementos subordinados.

El mando implica una referencia de autoridad conocida por todos los integrantes sanitarios. Habrá que definir la temporalidad en el desempeño del cargo, las misiones y los procedimientos de comunicación entre los diferentes escalones. En el lugar de las actuaciones cada cual manda sobre su propio personal.

El Mando Sanitario lo ejecuta el médico más cualificado que ejerce su autoridad en el lugar de la catástrofe, y despliega y organiza su propio *Puesto de Mando Sanitario* (PMS) desde donde organiza la asistencia sanitaria (Figura 3.12).



Figura 3.12. El mando sanitario dirige el triage, la asistencia sanitaria y la evacuación de las víctimas.

Sus esfuerzos van dirigidos a:

- Controlar los espacios y establecer la cadena de mando.
- Identificar las áreas para disponer las zonas asistenciales.
- Identificar el lugar para situar el punto evacuación.
- Brindar ayuda médica sobre el terreno.
- Escalonar la asistencia hasta los hospitales.
- Identificar los riesgos inmediatos para sus equipos.
- Ordenar el triage.
- Dimensionar el problema.
- Solicitar los apoyos necesarios.
- Controlar sus comunicaciones.

4.4. Coordinación.

Es el conjunto de procedimientos de mando, ejecutado en la zona de catástrofe, desde una misma autoridad y desde un solo puesto de mando. Se trata de combinar con metodología el esfuerzo de diferentes instituciones, buscando todos el mismo objetivo.

Es importante distinguir entre mandar y coordinar, mandar manda cada cual en su personal, y coordinar es dirigir diferentes esfuerzos a los diferentes mandos con un objetivo: solucionar el desastre.

El coordinador ejerce la acción del mando a través de los jefes de cada una de las instituciones representadas, nunca directamente sobre los mandos intermedios, y esta acción se articula por medio de las comunicaciones. La coordinación de los equipos en las catástrofes, es decir el mando operativo en la zona, le corresponde en ausencia de Autoridades locales, al Jefe de los Servicios de Salvamento y Contraincendios. Con él acordaremos el mejor despliegue de los medios sanitarios.

Centro de Coordinación Operativa (CECOP).

Para la atención y gestión de una emergencia es necesario disponer de una estructura funcional y de un equipamiento técnico que haga posible el centralizar toda la información, peticiones, informes, mensajes que se generen, así como facilitar la información fluida entre las Administraciones, Entidades y Organismos participantes en la resolución de la misma, de tal forma que permita garantizar la dirección y coordinación de actuaciones.

Como hemos visto anteriormente, el PTEAnd determina un CECOP regional y un CECOP de referencia para cada ámbito provincial, los cuales se ubican en las dependencias de los Centros de Coordinación de Emergencias (CECEM) existentes en la Consejería de Gobernación y Justicia y en las Delegaciones del Gobierno de la Junta de Andalucía.

Los CECOP se estructuran en distintas áreas, como son la Dirección, Operaciones y Comunicaciones-Comunicaciones y Planificación-Gabinete Técnico y las zonas de Servicios, Infraestructura y Apoyo.

En definitiva, es el lugar en el que están representados todos los estamentos encargados de la resolución de una catástrofe. Su función es coordinar los esfuerzos de todos los elementos de intervención. Se identifica por el número **112**.

Centros de Coordinación de Emergencias

El Servicio de Emergencias 112 de Andalucía, adscrito a la Consejería de Gobernación de la Junta, gestiona Emergencias en toda Andalucía, referidas sobre todo a asistencias sanitarias, seguridad ciudadana y accidentes de circulación e incidencias de tráfico. El ***Centro de Coordinación de Emergencias (CECEM)*** se enmarca en la Dirección General de Política Interior y tiene su sede en las Delegaciones del Gobierno de la Junta de Andalucía en las distintas provincias.

El CECEM dirige sus actuaciones a:

1. Coordinar los medios y recursos de la Junta de Andalucía en situaciones de Emergencia que precisen de actuación multisectorial, y especialmente ante grave riesgo colectivo y catástrofe.
2. Cooperar con otras administraciones públicas y entidades intervinientes en situaciones de emergencia, aplicando procedimientos de coordinación integral.
3. Actuar como Centro de Coordinación Operativa en el marco definido por los Planes de Emergencia en Andalucía.

El CECEM desarrolla un servicio permanente e ininterrumpido de 24 horas todos los días del año, con personal operador, supervisor y técnicos de apoyo.

Granada albergará la sede del Servicio de Emergencias 112 en Andalucía y la del Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos en un único edificio cuya puesta en marcha se prevee a final de 2006 ó principios de 2007, según el acuerdo suscrito entre la Universidad de Granada y la Junta de Andalucía.

Además, Granada cuenta con el ***CENTRO COORDINADOR DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS (CCU)***, donde además de personal operador, se encuentra un médico coordinador de 061 y un médico coordinador de Dispositivo de Cuidados críticos y Urgencias (ambos de 8.00 a 24 horas, a partir de las cuales, se hace cargo de la sala el médico coordinador de 061) que atienden indistintamente las solicitudes de emergencia por la línea del 061 ó 902505061. (Figura 3.13). Actualmente se encuentra ubicado en las nuevas instalaciones del Campus de la Salud.

Los Centros Coordinadores de Urgencias y Emergencias situados en cada una de las ocho provincias andaluzas también gestionan otros servicios, entre los que destacan:

- Gestión del traslado secundario terrestre de pacientes críticos.
- Coordinación de la red de transporte urgente.
- Cobertura sanitaria a eventos especiales llamados dispositivos sanitarios de riesgo previsible.
- Coordinación del teléfono de la red de alerta integral.



Figura 3.13. Sala de Coordinación del Centro Coordinador de Urgencias y Emergencias de Granada.

Tanto el CECEM como El Centro Coordinador de Urgencias y Emergencias trabajan en estrecha colaboración, recayendo el peso de la coordinación sanitaria en este último.

La estructura organizativa del CCU en caso de catástrofe sísmica, garantiza según el alcance de la emergencia, la Dirección y Coordinación de las actuaciones sanitarias por el nivel de autoridad correspondiente. Organiza y coordina los Servicios y Recursos Sanitarios. Por tanto viene a establecer una estructura organizativa y funcional para cada uno de los ámbitos (Regional y Provincial) garantizando una Dirección Única Regional y una Dirección Provincial).

Puesto de Mando (PM).

Es el lugar en el que se recibe toda la información y evolución de la catástrofe, se valoran las distintas opciones y se toman las decisiones. Están presentes en el mismo las personas responsables de las diferentes instituciones o elementos intervinientes: Puesto de Mando Sanitario, Puesto de Mando de Bomberos, Puesto de Mando de Policía, etc. Existen tantos puestos de mando como entidades participantes en la catástrofe.

Puesto de Mando Avanzado (PMA).

Son Centros de Coordinación eventuales próximos al punto de impacto. Es el lugar o espacio físico en el que se agrupan los responsables de los diferentes servicios llamados a resolver el problema. Se constituye para facilitar la coordinación de todas las entidades participantes, y de él parten las órdenes a las diferentes organizaciones y el jefe de cada una de ellas mandará sobre sus subordinados de forme directa o por enlace, siendo el responsable de sus resultados.

Se conoce como “*Estrella de Coordinación*” a la estructura eventual resultante de la colocación en forma de estrella a los vehículos de mando de los distintos jefes de servicio presentes en el lugar. Es una forma rápida y operativa de establecer un centro de coordinación. Este sistema funciona si se dan las condiciones de planificación previa, buenas relaciones personales, clima de entendimiento y estructuras bien definidas. La organización de simulacros es la mejor recomendación para que funcionen bien los P.S.A. de cualquier nivel organizativo.

4.5. Triage y Asistencia Sanitaria.

Los métodos asistencia sanitaria y de clasificación de las víctimas han sido estudiados en el apartado 2.2 de este capítulo, no obstante, hay que conocer cuales son las prioridades en el tratamiento de las víctimas.

La prioridad de tratamiento en las situaciones de catástrofe, no está ligada a la gravedad sino a la disponibilidad de medios sobre el terreno (Tabla 3.14). La clasificación que a continuación se hace, tiene un carácter académico y pensando en la disponibilidad de medios que en cada caso se precisen. Puede darse la circunstancia de tener que tratar prioritariamente con una ordenación diferente para asegurar la supervivencia de los menos graves frente a la muerte segura o probable de otros que para salvarlos precisen empeñar la mayor parte de los recursos disponibles (Álvarez Leiva, 2005).

De esta manera, los pacientes serán atendidos según los siguientes criterios:

1. Prioridad absoluta: P-1.

Son víctimas que exigen una acción terapéutica *inmediata* y que habitualmente son prestadas sobre el terreno. Se limitan al control de la vía aérea, analgesia, al soporte hemodinámico antishock, y eventualmente al rescate quirúrgico avanzado.

2. Prioridad inmediata: P-2.

Acciones terapéuticas que permiten una espera de aproximadamente entre **3 y 6 horas** y que serán prestadas en los hospitales de agudos más próximos a la zona de catástrofe. Son tratamientos de cirugía de daño corporal.

3. Prioridad relativa: P-3.

Tratamiento dirigido a la conservación funcional, reparaciones de músculo esquelético, que por no comprometer la vida de forma inmediata, puede retrasar su atención por encima de las **24 horas**.

4. No asistencia.

Existe contraindicación en el empleo de recursos en las víctimas cuyas posibilidades de sobrevivir son infundadas, siempre y cuando estén fundadas en una experiencia razonable.

Tabla 3.14. Clasificación de las víctimas por criterios de gravedad clásicos. Indicaciones de tratamiento y evacuación.

CATEGORÍA	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
ETIQUETA	ROJA	AMARILLA	VERDE	AZUL/ GRIS/NEGRA
URGENCIA	EXTREMA	URGENTE	NO URGENTE	NO ASISTENCIA
PRIORIDAD	P-1	P-2	P-3	P-4
GRAVEDAD	EXTREMA	MUY GRAVE	MENOS GRAVE/LEVE	IRRECU- PERABLE
TRATAMIENTO	SOPORTE VITAL	DIFERIDO (3-6 H)	DIFERIDO(24 H)	NO ASISTENCIA
EVACUACIÓN	INMEDIATA MEDICALIZADA	MEDIATA MEDICALIZADA O CONVENCIONAL	DIFERIDA CONVENCIONAL O T. COLECTIVO	NO INICIALMENTE
PATOLOGÍAS	PCR presenciada Asfixia Hemorragia interna Herida en tórax Shock hipovolémico Politraumatizado Quemados >20%	Coma TCE con focalidad Heridas abdomen Dificultad respiratoria Necesidad torniquetes	Heridas musculares Contusiones torácicas Fx. Huesos largos Fx. Huesos cortos Luxaciones Heridas menores Cuadros psicológicos Patologías previas	Fallecidos

4.6. Las comunicaciones en las emergencias sanitarias.

Las transmisiones constituyen un eje fundamental en la medicina prehospitalaria (Valverde 1993), pues permiten: solicitar ayuda, comunicar un suceso, contrastar información, gestionar recursos, dar instrucciones y emitir datos diagnósticos. Además permiten el contacto entre personas en una misma zona, entre una ciudad y poblaciones cercanas, entre ciudades y zonas aisladas.

En primer lugar deben utilizarse los sistemas de comunicación existentes en situaciones ordinarias, y establecer otros específicos en los casos en los que los primeros no proporcionen la operatividad adecuada (Pina, 1992). Estos sistemas son: la telefonía, la radiotelefonía, la telemática (télex, telefax, comunicación entre ordenadores y otros sistemas de comunicación digitales).

Dada la importancia de las **radiocomunicaciones** en el desarrollo y control de las catástrofes, es necesario profundizar en las mismas para conocer sus características y modo de utilización.

Los sistemas de comunicación se han dividido clásicamente en alámbricos e inalámbricos (Álvarez Leiva 2002), pero actualmente se han desarrollado tecnologías que compatibilizan los dos sistemas.

4.6.1. Sistemas fundamentales.

- *Sistemas alámbricos*: Telefonía convencional.

Sigue siendo el soporte fundamental de conexión con los servicios de emergencia, utilizados por el usuario para solicitar asistencia. Para ello se utilizan números abreviados de fácil memorización (112, 061).

- *Sistemas inalámbricos*: radiocomunicaciones.

Es el elemento más rápido, ágil y seguro. Por tanto eficaz en situaciones de emergencia. Insustituible en la intercomunicación entre los centros de coordinación y sus elementos de ejecución y de éstos entre sí.

Con el objeto de simplificar el uso de las transmisiones sanitarias y además proteger en parte su confidencialidad, se usan una serie de códigos predeterminados (Álvarez Leiva, 2002).

- *Mixtos o integrados telemáticamente*.

Es la fusión entre las comunicaciones y los procesos informáticos, funcionando de manera integrada informática, telefonía y radio.

- *Sistemas integrados*.

Los centros de coordinación y las últimas tecnologías digitales han puesto en funcionamiento la posibilidad de integrar redes alámbricas, inalámbricas y mixtas que permite procesar datos, presentarlos en ordenación alfanumérica, grabarlos y simultanear conversaciones entre varios corresponsales. Éstos medios de comunicación son los que se emplean en los centros de coordinación de urgencias y emergencias.

- *Telefonía móvil*.

Conserva todas las ventajas de la telefonía alámbrica y además se usa sin instalación fija. Puede tener problemas de cobertura o de batería, por lo que complementa pero no sustituye a los elementos de radio. En caso de terremotos, su uso masivo por la población está dificultada y en muchas ocasiones impide su uso por los equipos de emergencias.

- *Comunicaciones vía satélite* (Intelsat, Hispasat, etc.)

Da la posibilidad de incorporarse desde cualquier parte del mundo a la red de telefonía convencional con todas sus aplicaciones.

En situaciones de catástrofe es un elemento muy valioso para equipos de ayuda humanitaria.

4.6.2. Organización práctica de una red de comunicaciones.

Un dispositivo de transmisiones por medio de radioteléfono ha de tener en cuenta los siguientes factores:

1. Distancia a cubrir.
2. Tipo de enlace pretendido: fijo-fijo, fijo-móvil, móvil-móvil.
3. Orografía del terreno.
4. Tipo de zona en que se va a actuar: rural o urbana, con abundante arboleda o instalaciones productoras de fuertes ruidos.

En una situación de emergencia producida por una catástrofe sísmica, una red de comunicaciones tiene las siguientes bases fundamentales:

- Red primaria de comunicaciones: portátiles y móviles.
- Red secundaria o de control: equipos fijos con antenas lineales.
- Red de interconexión con el interior: teléfono, télex todos aquellos medios de comunicación a nuestro alcance.

4.7. Control de las ambulancias.

En un terremoto destructor la movilidad con las ambulancias de los equipos sanitarios y sobre todo de las víctimas, condiciona la eficacia de la emergencia sanitaria. Al crecer de forma súbita y masiva el número de víctimas inmediatamente a la ocurrencia del terremoto el control de las ambulancias es de una importancia esencial (Figura 3.14)



Figura 3.14. Evitar el caos que se muestra en esta fotografía, se consigue con el control de las ambulancias. (Atentado terrorista del 11-M, 2004).

Controlar las ambulancias implica:

- Establecer y hacer visible, (señalizar), un punto de concentración y carga.
- Identificar la mejor ruta de acceso al lugar desde los diferentes puntos de aproximación.
- Seguir rigurosamente las indicaciones de los servicios de seguridad.
- Situarse en un emplazamiento lo suficientemente amplio y permeable.
- Permitir el flujo continuo de vehículos en una sola dirección.
- Constituir una noria ininterrumpida.
- Clasificar las ambulancias por sus posibilidades asistenciales.
- Mantener un criterio rígido de dispersión hospitalaria.

Las ambulancias tienen una serie de *aplicaciones en las catástrofe sísmicas*:

1. Vehículo de Mando Sanitario en el PMA.
2. Unidad asistencial simple.
3. Unidad asistencial, integrante de un centro asistencial eventual.
4. Unidad de transporte personal y equipos sanitarios a zona.
5. Unidad de transporte de heridos.
6. Puesto de transmisiones.

Las UVI móviles constituyen una cama de medicina intensiva. Varias unidades constituyen un Puesto Sanitario Avanzado.

Tiene que existir un *responsable del Puesto de Carga de Ambulancias* que cumplirá las siguientes *funciones* (Álvarez Leiva, 2002):

1. Reunir todas las ambulancias en un punto.
2. Dar entrada en el PCAMB una a una (una cargando y otra en espera).
3. Controlar a los conductores.
4. Mandar en los camilleros de la Segunda Noria.
5. Tener contacto con el Puesto Médico para comunicarle la disponibilidad de equipos móviles, a fin de evitar mover las víctimas y situarlas temporalmente en los espacios sin control asistencial.
6. Comprobar que cada paciente lleva su ficha de traslado.
7. Anotar hacia dónde se dirige cada víctima.

4.8. Dispersión de los pacientes y medios de evacuación.

El orden de evacuación sigue la misma prioridad que el de la asistencia: primero los rojos, luego los amarillos y después los verdes, pero teniendo en cuenta dos *criterios intercurrentes* (Pesqueira, 2001):

- a) Se traslada primero a los pacientes tratados y a los que no se ha tratado, se les trata antes de evacuarlos.
- b) Dentro de cada color, se traslada primero a los desatrapados y después a los atrapados.

A efectos prácticos, muchas veces conviene hacer un segundo triage, posterior a la asistencia y previo a la evacuación si las condiciones lo permiten. Para ello ayudan determinadas escalas como las de *Trauma Score* en su versión revisada, que se ha descrito anteriormente.

A la hora de asignar a un paciente el medio de transporte más adecuado, se procuran seguir los criterios de la tabla 3.15.

Tabla 3.15. Asignación de recursos en transporte de víctimas.

RECURSO	TRASLADARÁ PREFERIBLEMENTE A
USVA (UVU-móviles)	En general pacientes <i>INESTABLES</i> : <ul style="list-style-type: none"> - Pacientes tarjeta roja - Pacientes con tarjeta amarilla que estén inestables - Pacientes que precisen asistencia durante el traslado
USVB	En general pacientes <i>ESTABLES</i> : <ul style="list-style-type: none"> - Pacientes con tarjeta amarilla que estén estables - Pacientes de tarjeta verde con lesiones
Helicóptero medicalizado	Pacientes con tarjeta roja. Pacientes que precisen traslado a centros alejados del accidente

Habitualmente no se asigna personal sanitario específico para las norias de camilleo, pero en la tabla 3.16 se dan unas orientaciones generales (Pesqueira, 2001).

La *Tercera Noria* dirige los lesionados desde el Puesto de Carga de Ambulancias hasta los hospitales y centros sanitarios que pueden ser:

1. Un Hospital de Campaña (HC) en el que se le prestará asistencia quirúrgica de urgencia vital.
2. Un Hospital de Evacuación (HE) en el que se concentran los heridos en espera de ser reevacuados. Esta formación, al igual que el HC, habitualmente se instala en un aeropuerto o en sus proximidades.
3. Directamente a los hospitales locales.
4. Ambulatorios o centros de asistencia para enfermos no graves.

Esta *Tercera Noria* de evacuación empleará los recursos móviles aéreos o terrestres, y los medios a emplear dependen de la disponibilidad, la gravedad de las lesiones, de la distancia a recorrer y de las condiciones del terreno.

En el caso sísmico existe existir una *Cuarta Noria*. Ésta realiza el movimiento de los lesionados entre centros médicos por criterios de especialización, sobrecarga o agotamiento de posibilidades terapéuticas. Se corresponde con el llamado transporte interhospitalario o transporte secundario. Generalmente se emplean medios aéreos o unidades medicalizadas o asistidas.

Tabla 3.16. Organización de las norias de camilleo.

ORIGEN	DESTINO	FORMADA POR
Área de salvamento (1ª Noria)	Área de triage	Personal del grupo de Rescate + Sanitario (sólo con la adecuada protección)
Área de triage (2ª Noria)	Puesto de asistencia	El mismo personal de la noria anterior
Puesto de asistencia (3ª Noria)	Área de evacuación	Dotaciones de ambulancias/ recursos que van a realizar el traslado

4.9. Prioridades en la evacuación.

Las prioridades para una correcta evacuación de los heridos sigue los mismos criterios de clasificación de gravedad de las víctimas (Tabla 3.14). No siempre se trasladará al paciente más grave en primera instancia, dependerá de los recursos existentes. Es conveniente “limpiar” lo antes posible el nido de heridos o el área de socorro a fin de trabajar en mejores condiciones sobre el conjunto.

Distinguimos 3 tipos de evacuación (Álvarez Leiva, 2005):

1. Evacuación inmediata.

Los niños, embarazadas, ilesos y caminantes, deberán ser retirados de forma inmediata del escenario, empleando para ello y siempre que sea posible transportes colectivos. Nunca serán llevados a Hospitales que eventualmente puedan ser empleados en la atención a las víctimas más graves.

En caso de proximidad a los centros hospitalarios en catástrofes metropolitanas, se trasladarán a los centros hospitalarios más próximos, siempre los pacientes con *etiqueta roja*, distribuyéndose de manera equilibrada entre todos los centros públicos y privados que tengan capacidad quirúrgica inmediata.

2. Evacuación mediata.

Pacientes con *etiqueta amarilla*, serán trasladados preferentemente en ambulancia hacia hospitales, a ser posibles, distintos de los centros donde hemos enviado los más graves.

3. Evacuación diferida.

Abarca dos segmentos, el transporte secundario desde la Unidades de Rescate Quirúrgico, hacia los hospitales más alejados. Y por otro lado, la evacuación de personas atrapadas que precisan un tiempo y una estabilización previa.

Los pacientes con *etiqueta verde* serán trasladados preferentemente en ambulancia convencional o medios de transporte colectivo.

Lo que se ha expuesto, está basado en la experiencia de la Medicina Militar en grandes catástrofes, sin olvidar que cada situación y cada escenario son diferentes.

En la tabla 3.17 se resumen los principales procedimientos a realizar en el Área de Socorro.

Tabla 3.17. Resumen de procedimientos en el área de socorro.

1. Clasificación por criterios de gravedad: Triage.
2. Las víctimas procedentes del Área de Salvamento (Primera Noria), se alinean de acuerdo con los criterios anteriores en el PMDA.
3. Se presta la asistencia imprescindible.
4. Se anota el tratamiento en la ficha de clasificación (tarjetas de triage).
5. Se ata la ficha al paciente, (no a la ropa que se puede perder).
6. Se comprueba que el paciente puede ser evacuado (Puesto en Estado de Evacuación).
7. Se conduce desde el Área de Socorro al PCAMB (Segunda Noria).
8. Se alinean en el PCAMB a la espera de ser transportados. Se trasladan de acuerdo a las prioridades que se hayan fijado.

Se debe comprobar siempre que no quedan más víctimas en el lugar del siniestro, pues no es extraordinario que aparezcan en esta última revisión víctimas que permanecían ocultas por otros restos, o simplemente fuera de los límites del área

acotada inicialmente. Por eso conviene ampliar los límites de la búsqueda y que participe en ella personal de rescate y seguridad.

En cuanto a la *dispersión de los pacientes*, resulta muy rentable la opción de dividirlos entre varios hospitales, para conseguir rápidamente un tratamiento individualizado. Entre un 11-15 % de las víctimas resultantes de una catástrofe, precisan asistencia a nivel de cuidados críticos (Álvarez Leiva, 2002). Los hospitales de agudos, de referencia y monográficos, por este orden, se emplearán en los pacientes de primera y segunda categoría.

El resto de las patologías que necesitan asistencia pero que su vida no está en peligro, son distribuidos en hospitales clínicos y centros de salud de la ciudad o fuera de ella.

4.10. La Respuesta Hospitalaria en terremotos.

Las catástrofes sísmicas terminan siempre en los hospitales, porque son el centro de referencia y éstos, como centros logísticos principales, deben apoyar las emergencias con personal y material.

El Hospital, dentro de su Plan de Emergencias ha de tener previsto un redimensionamiento eventual de sus infraestructuras para hacer frente a la situación de crisis, organizando y entrenando a sus equipos humanos para ello (*equipos para catástrofe o equipos de socorro hospitalario*), pues la cantidad de víctimas supera las posibilidades asistenciales rutinarias del Servicio de Urgencias de un Hospital.

El jefe de guardia, debe solicitar la activación de un plan de emergencias del Hospital, alertar a la Dirección del Hospital y poner en marcha el plan de emergencias del Servicio de Urgencias, siguiendo el protocolo preestablecido y dar instrucciones organizativas sobre:

- Control de tráfico externo por parte del Servicio de Seguridad, facilitando el acceso de ambulancias y controlando la entrada de cualquier personal.
- Elegir el mejor punto para la recepción de un gran número de ambulancias y heridos (no necesariamente tiene que ser la puerta de urgencias. Noria de ambulancias).
- Establecer allí el punto de clasificación. Si en el intervalo le han llegado muchos pacientes al Servicio de Urgencia es porque este planeamiento no estaba previamente entrenado.
- Decidir las áreas donde las víctimas van a ser conducidas inmediatamente después de ser clasificadas (áreas de expansión), pendientes de su hospitalización definitiva.
- Ordenar los tráfico (movimientos de pacientes) derivados del punto anterior siempre en una misma dirección.
- Al lado de la unidad de clasificación situar un equipo de "*Parada y Shock*" (Álvarez Leiva, 2002).

- Distribuir personal y medios a las áreas asistenciales previstas.
- Derivar el ingreso y atención de pacientes que acudan al Servicio de Urgencias y no sean críticos. Colocar un médico con experiencia en este trabajo

Es necesario tener dispuestos *elementos asistenciales de intervención inmediata* (Álvarez Leiva 2002), que permitan desplazar al lugar de la catástrofe material de socorro o en su caso desplegarlo en las áreas de expansión previstas internas (salas de espera de familiares, hall, áreas externas de emergencias preestablecidas como zonas de aparcamiento, etc.), para una primera atención a las víctimas que lleguen.

También hay que prever *células quirúrgicas extrahospitalarias para situaciones límite*: un cirujano, un anestesista y un enfermero, para aquellas situaciones, no improbables, de pacientes atrapados que puedan necesitar in situ cirugía de urgencia vital.

Cuanto más hospitales participen en la recepción, menos caótica será la asistencia. Si los hospitales planifican y entrenan estas situaciones (simulacros), la incidencia sobre el resultado final en número de muertos y secuelas será menor. Este es uno de los puntos más vulnerables en la respuesta hospitalaria al sismo.

La efectividad de un plan de emergencia o respuesta sísmica parte del supuesto que las edificaciones esenciales mantienen en todo momento su capacidad de prestar atención a la crisis sísmica, pero desgraciadamente esto no siempre es así (ver apartado 4.1.2 de este capítulo).

Cuando los centros no queden operativos, bien por problemas estructurales y/o no estructurales, aparte de los hospitales eventuales que se desplieguen en la zona, habrá que derivar a las víctimas a otros hospitales que asuman la gran carga asistencial que la catástrofe ha provocado.

4.11. Planes de Emergencia Hospitalarios

En un hospital se produce una emergencia o catástrofe, cuando los recursos existentes para hacer frente son inadecuados para una acción inmediata.

Cada hospital debe tener un plan de emergencias colectivas externas, para poder hacer frente a la situación de catástrofe provocada por el terremoto y que va derivar en una gran afluencia de víctimas hacia éste, la cual puede afectar parcial o totalmente al desarrollo de la actividad normal del mismo (OPS, 1983).

Todo plan de emergencias hospitalario debe prever:

- Evaluación de la capacidad autónoma hospitalaria de la zona, así como fuentes de suministro de energía, agua, alimentos, lencería y material médico.
- Sistema eficiente de alerta y asignación de personal.
- Mando médico unificado.
- Capacidad de transformar todos los espacios utilizables en áreas claramente definidas para un triage eficiente, para observación y cuidados de pacientes.

- Capacidad de transferencia precoz de los pacientes a las áreas del hospital de tratamiento definitivo.
- Tener realizado censo médico del hospital para casos de desastres.
- Procedimientos para realizar una transferencia rápida de pacientes ingresados.
- Mantener la seguridad en el área hospitalaria.
- Tener previsto un centro de información al usuario y/o familiares y a medios de comunicación.

Es responsabilidad del hospital mantener un programa de educación continuada y entrenamiento para actuar correctamente en caso de emergencia.

Cuando un hospital recibe más de 100 casos de emergencia simultáneamente, deberá tener planificado un sistema de tratamiento simplificado, encaminado a salvar el mayor número de vidas, evitar complicaciones, deformidades e infecciones. La plantilla del hospital deberá discutir y asumir estas pautas de comportamiento ante situación de catástrofe.

Es prioritario disponer de camas y esto depende de la naturaleza e intensidad de la catástrofe, así como de la planificación que el hospital tenga al respecto. Se puede establecer un porcentaje en relación con la definición de *catástrofe mínima, media y máxima* (Plan Andaluz de Catástrofes, 1993), donde:

- *Mínima*: Es absorbible por el centro o los centros hospitalarios de apoyo, sin necesidad de realizar grandes cambios en su trabajo habitual y podríamos cifrarlo en un principio entre **1 y 3 %** del total de camas.
- *Media*: El número de víctimas puede llegar al **50%** de las camas disponibles.
- *Máxima*: *Superior* al **50%** de las camas.

Una vez recibido en el hospital el aviso de "alerta", éste condicionado por la catástrofe sísmica, pondrá en marcha su plan de utilización y evacuación de camas, que en líneas generales y de una forma progresiva, se puede resumir en los siguientes puntos:

1. Utilización de las camas que continuamente deben quedar disponibles para atender la urgencia que en teoría suponen del **1 al 3%** antes citado.
2. Utilización de las camas de acompañantes que pueden representar una ampliación de las camas para pacientes, entre un **80 al 100%**, en los hospitales privados.
3. Montaje de camas almacenadas, así como aquellas destinadas al personal que pueden llegar a representar entre un **10-20%** de ampliación.
4. Evacuación propiamente dicha que nos obliga a liberar camas del hospital para poder atender la llegada de accidentados. Esta evacuación se debe realizar con el siguiente orden:
 - Acelerar el alta a todos los pacientes que iban a ser dados de alta al día siguiente. Esto representa el **7%**.

- Enviar a su domicilio a todos aquellos pacientes que han sido ingresados para operaciones regladas y estudios diagnósticos más profundos que los ambulatorios, lo cual representa alrededor de un **15%**.
- Trasladar a su domicilio a todas las puérperas, lo que representa un **70%** de la maternidad, que en los hospitales generales representa el **8-10%** de las camas.
- Trasladar a su domicilio al resto de pacientes que no requieran atención continuada, lo que puede representar el **10%**. En estudios realizados en diversos hospitales en situaciones de catástrofe se ha comprobado que *en todo momento pueden ser enviados a su domicilio un 50% de los pacientes que se encuentran hospitalizados*.
- Si con todas estas medidas fueran necesarias más camas, el hospital puede trasladar a un edificio próximo (hotel, residencia, colegio, etc.), aquellos enfermos que sin poder ser enviados a su domicilio por necesitar de algún tipo de asistencia continuada, ésta no necesariamente usa de medios técnicos muy especiales, el volumen de estos pacientes representa el **25%** de los que se encuentran ingresados.
- Por último, ante una catástrofe de magnitud extrema, podemos llegar a la total evacuación del hospital hacia *áreas de expansión externas*, poniendo la totalidad de las camas del hospital a disposición de las víctimas de la catástrofe (Plan Andaluz de Catástrofes, 1993).

La *expansión* consiste en la apertura de nuevos espacios para aumentar la capacidad de los locales hospitalarios y sus servicios, con destino al cuidado de enfermos. Según el tipo de lesiones de los accidentados se pueden abrir nuevas áreas de hospitalización o salas de tratamiento específico.

Cada hospital debe estudiar los locales disponibles, así como los recursos necesarios para utilizarlos como áreas de asistencia. Se suelen usar como zonas de expansión: salas de espera de las consultas externas, aulas de los servicios de docencia, pasillos, capilla, gimnasio de rehabilitación, salón de actos, salas de espera de la urgencia, de quirófanos, cafeterías, comedores, etc.

Además cada hospital debe contar con una serie de recursos humanos y materiales perfectamente inventariados y protocolizados en su uso y gestión. Es necesaria una persona que se responsabilice de coordinar este aspecto. Ha de incluirse en los planes de emergencia de cada hospital.

Es imprescindible que los hospitales dispongan de un Plan de Emergencias y Catástrofes, que estén actualizados y adaptados a la demanda asistencial que se puede generar ante un movimiento sísmico de gran intensidad. Para garantizar el buen funcionamiento del mismo, es necesario que se desarrollen programas de formación y realizar simulacros de catástrofes para ensayarlos, sino es imposible que salga bien.

En Granada, cada Área Hospitalaria dispone de un Plan de catástrofes y Emergencias Colectivas, (Plan de Emergencias Colectivas Externas del Hospital Universitario San Cecilio, correspondiente al Área Hospitalaria Granada Sur (Mayo 2004) y el Plan de Catástrofes del Complejo Norte del Hospital Virgen de Las Nieves

(Diciembre 2003). Dichos planes siguen las pautas establecidas en el Plan Andaluz de Catástrofes (1993) y en el PTEAnd.

En el caso que los hospitales de Granada estén sobrepasados por la gran demanda asistencial provocada por la catástrofe sísmica y no tengan capacidad para atender a más víctimas o no estén operativos, se debe poner en marcha un Hospitalde Campaña y un Plan de Evacuación a otros Hospitales designados como se vará más adelante.

4.11.1. Niveles de Emergencia.

Según los daños sobre personas, bienes y medio ambiente que por su evolución o naturaleza puedan ocasionar, las **Emergencias** se clasifican en distintos niveles:

1. **Nivel-1:** Emergencias que previsiblemente producirán o han producido *daños poco significativos*. En general una **Emergencia de Nivel-1** no causará más de **veinticinco (25) víctimas**, que se dispersarán entre varios **Centros Hospitalarios**. Una **Emergencia de Nivel-1** no afectará significativamente al desarrollo de la actividad normal del hospital, y para su control es suficiente movilizar algunos recursos existentes en el propio hospital, especialmente para funciones de **Identificación e Información**.
2. **Nivel-2:** Emergencias que previsiblemente producirán o han producido *daños considerables*. En general en una **Emergencia de Nivel-2** se considera que pueda causar entre **veinticinco (25) y cien (100) víctimas**, que se dispersarán entre varios **Centros Hospitalarios**. La atención a las víctimas exigirá movilización de todos los recursos hospitalarios, **afectando en gran medida a la actividad normal del Hospital**.
3. **Nivel-3:** Emergencias que previsiblemente producirán o han producido *daños graves*. Se considera que una **Emergencia de Nivel-3** puede causar más de **cien (100) víctimas**, que se dispersarán entre varios **Centros Hospitalarios**. La respuesta a este **Grado de Emergencia puede requerir la activación total del PTEAnd** (estructura regional) y exigirá la **movilización total de los recursos hospitalarios y del Area Hospitalaria, afectando de forma importante a la actividad normal hospitalaria**.

4.11.2. Fases de la Emergencia de la Atención Hospitalaria.

Para escalonar la respuesta en función de la evolución de una emergencia distinguimos las siguientes fases, dentro de cada una de las cuales pueden considerarse los **tres Niveles de Gravedad** anteriores:

1. Fase de Preemergencia

Ante un riesgo previsible que podría desencadenar una situación de emergencia, se procede por los **Órganos Superiores** competentes, a la **Alerta de los Servicios Operativos Municipales y Medios Provinciales**. La comunicación de esta situación, se hará por el **CCU del 061 o por el CECEM Provincial directamente**, al **Director Gerente** de cada hospital o máximo responsable que se encuentre

físicamente en el **Hospital**. Este nivel de emergencia no se da para terremotos con I=VIII y IX, pues el grado de afluencia de heridos es muy grande.

2. Fase de Emergencia

Ante una emergencia sísmica que exija la atención hospitalaria de las víctimas, se activará el **Plan de Emergencia**. Esta activación puede ser **externa** (por el CCU del 061 o por el CECEM provincial) o **interna** (cuando el inicio súbito de la emergencia genere afluencia de víctimas a cualquiera de los **Centros Hospitalarios**).

3. Fin de la Emergencia

Se considera esta fase, para la **desactivación del dispositivo de respuesta a la Emergencia** y de reactivación de los **Servicios y Unidades Hospitalarias**.

4.12 Disponibilidad de los Hospitales.

4.12.1 Análisis de la vulnerabilidad de instalaciones sanitarias par evaluar la disponibilidad en caso de terremoto.

Las instalaciones de la salud (hospitales, clínicas, ambulatorios, centros de salud y consultorios) juegan un papel muy importante y significativo en la atención de desastres debido a su particular función en el tratamiento de heridos y enfermedades.

Los hospitales constituyen el principal representante de las edificaciones esenciales, por lo que requieren consideraciones especiales en relación a la prevención y mitigación de riesgos debido a los siguientes factores, que los hacen especialmente vulnerables:

- a) Su complejidad y sus características de ocupación.
- b) Su papel durante situaciones de desastre, en relación con la preservación de la vida y la salud, especialmente en el diagnóstico y tratamiento de lesiones y enfermedades.

Pueden tener en cualquier momento una alta densidad de ocupantes entre pacientes residentes, pacientes transitorios, médicos, enfermeros, auxiliares, celadores, personal administrativo, empleados, visitantes, estudiantes, niños e incluso recién nacidos. En caso de desastre un hospital debe continuar con el tratamiento de los pacientes ingresados (al menos los graves y críticos) y debe atender a las personas lesionadas por el evento. Los daños de un hospital estratégicamente importante pueden causar una enorme crisis debido a la falta de alternativas en la zona y a la necesidad de atención urgente.

Un hospital es un complejo sistema que requiere de forma permanente el suministro de electricidad, agua potable, servicios de eliminación de desechos líquidos y sólidos, así como de servicios de comunicación. Necesita de productos farmacéuticos, materiales medico-quirúrgicos, gases químicos y combustibles para su correcto funcionamiento. Sin embargo todos ellos pueden constituir a su vez amenazas ante la eventualidad de presentar fallos en su almacenamiento, manipulación, utilización, mantenimiento o por situación de los movimientos sísmicos, incendios,

explosiones u otros que podrían afectar al personal, la dotación y los equipos, así como al edificio mismo en un momento dado.

Por otra parte los costes sociales de su disfunción, así como los costes económicos de su reposición o restauración coinciden en justificar medidas de seguridad extrema. Por cada euro que se gaste adecuadamente en la mitigación antes de que ocurra el desastre, se ahorrarán enormes costos representados en pérdidas que se habrán evitado. La mitigación no tiene costo ya que, a largo plazo, se paga en dinero real y en vidas salvadas, y el lograr una prevención adecuada contra sismos, no excede generalmente del 1% del costo total de una instalación hospitalaria.

El estudio de la vulnerabilidad de los hospitales, al igual que el de otras edificaciones esenciales, debe ser enfocado desde 3 vertientes complementarias entre sí: la vulnerabilidad estructural, no estructural y la funcional.

La vulnerabilidad estructural se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros, portantes, vigas, pórticos y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como la de los sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos). El nivel de daño estructural que sufrirá una edificación depende tanto del comportamiento global como local de la estructura y es el que tradicionalmente ha merecido la atención prioritaria de los investigadores. Construir un edificio totalmente antisísmico sería demasiado costoso, sin embargo la sismorresistencia provee criterios de diseño con el fin de evitar que el edificio colapse, de manera que se asegure su funcionamiento con posterioridad a la ocurrencia de un sismo. Esto es absolutamente prioritario en instalaciones esenciales, aún para terremotos extremadamente raros (períodos de retorno de 1000 años) según el Eurocódigo 8 (Figura 3.15 ; Vidal, 2005). Así los hospitales han de ser seguros hasta para eventos muy raros (período de retorno de 1000 años) y quedar operativos aún para eventos raros (T_R de 500 años).

La vulnerabilidad no estructural hace referencia a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en un edificio (plomaría, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.) o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.), pudiendo por tanto ser agrupados en tres categorías: componentes arquitectónicos, instalaciones y equipos. En el caso de los centros asistenciales, los componentes no estructurales representan un valor económico superior al costo de la estructura, constituyendo en promedio más del 80% del costo total del hospital.

La experiencia de sismos pasados ha puesto de manifiesto la importancia de corregir la vulnerabilidad no estructural de las edificaciones. Ha sido una de las lecciones aprendidas en los terremotos de Loma Prieta y Northridge, donde una gran cantidad de edificios diseñados y construidos de acuerdo a los códigos sísmicos vigentes se comportaron satisfactoriamente desde el punto de vista estructural, pero sufrieron importantes niveles de daños en componentes no estructurales que condujeron a pérdidas cuantiosas e interrumpieron el funcionamiento de diversas edificaciones esenciales, entre ellas varios hospitales, viéndose obligados a suspender sus servicios y evacuar a los pacientes (Bertero 1992).

Nivel de servicio

Criterios del Euro-código 8

Nivel de diseño sísmico

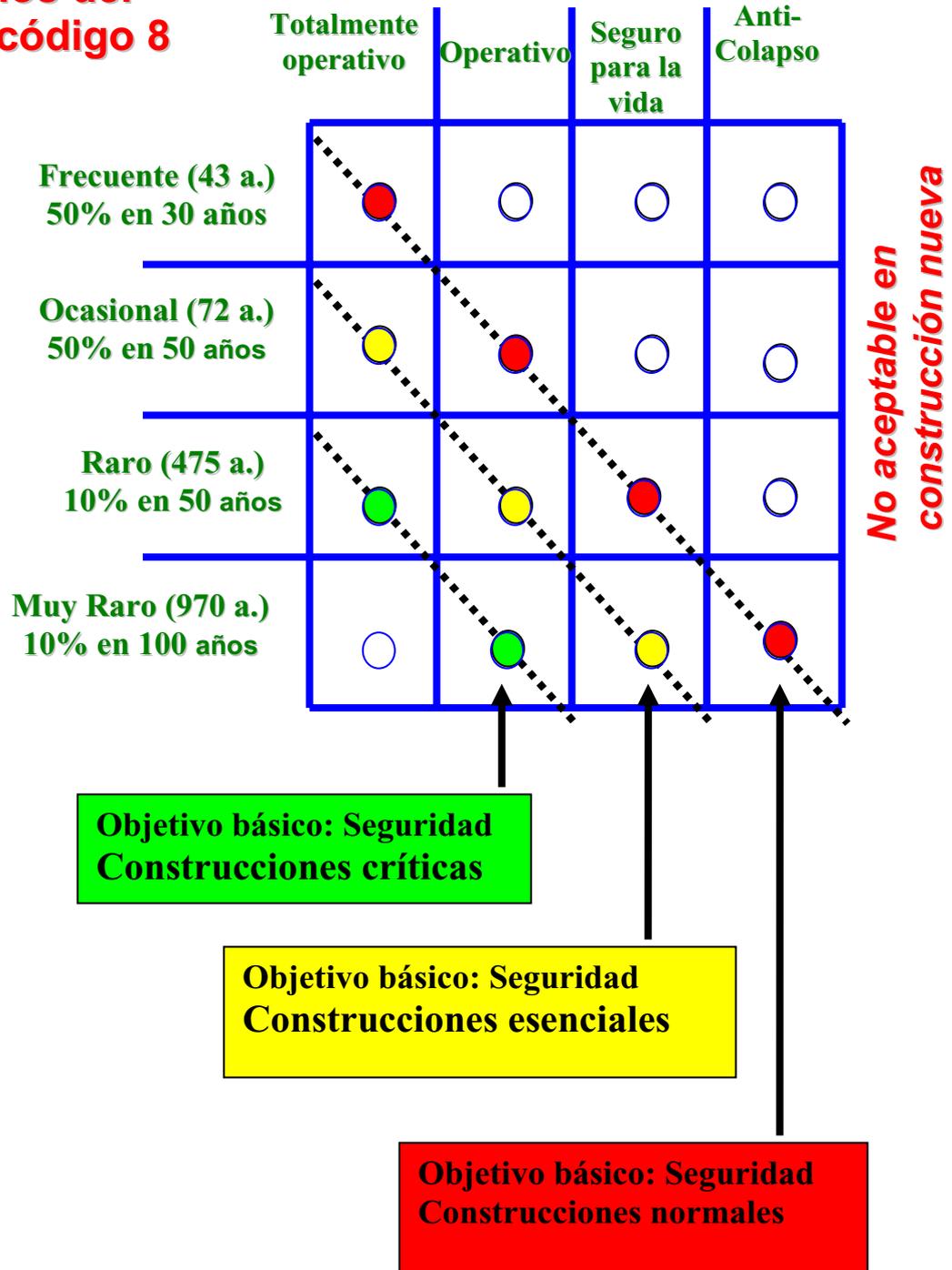


Figura 3.15. Objetivos de operatividad y seguridad para distintos tipos de edificaciones y terremotos de diferente período de retorno.

Otras veces el problema se puede incrementar cuando las estructuras hospitalarias son modificadas por remodelación o ampliación, según las necesidades de los servicios. Se crean nuevos espacios, se reubican instalaciones o añaden nuevos equipos, y en consecuencia alteran los patrones de carga y usos de ambientes sin contemplar los efectos sobre los elementos estructurales durante el sismo. En definitiva se modifica la vulnerabilidad sísmica de los componentes no estructurales de las edificaciones (OPS, 1993).

La vulnerabilidad funcional describe la predisposición de la instalación de alterar su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios. Entre los factores implicados en perturbar esta funcionalidad destacan (OPS 1993):

- 1.- Ausencia de un probado plan de emergencia ante una situación crítica.
- 2.- Distribución inadecuada de las áreas de servicio, fundamental para tener capacidad de prestar atención masiva a pacientes.
- 3.- Una inadecuada distribución y relación entre los espacios arquitectónicos, así como ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape.
- 4.- Inapropiados sistemas de comunicación, señalización y vialidad de acceso.
- 5.- La dotación inapropiada de infraestructura, que permita atender las exigencias de la crisis sísmica.

Si se produce el fallo en estos factores, pueden conducir al colapso funcional del hospital. Por ello, cualquier programa para reducir la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales debe incluir además del estudio de los componentes estructurales y no estructurales una adecuación que garantice la funcionalidad apropiada ante una crisis sísmica. Es fundamental mantener los procesos administrativos (contrataciones, adquisiciones, rutinas de mantenimiento, etc.) y las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas de un hospital (*vulnerabilidad administrativo-organizativa*).

Las actuales metodologías de diseño contempladas en los códigos sísmicos no logran satisfacer enteramente las metas y objetivos implícitos en la filosofía de diseño para hospitales y otras instalaciones esenciales, ya que están orientados fundamentalmente a evitar la pérdida de vidas humanas y no están tan pensadas para limitar el daño y mantener funciones, situación que queda ratificada al revisar en el apartado 2.3 del capítulo 1 las evidencias de sismos ocurridos en las últimas décadas, donde un importante número de edificaciones esenciales diseñadas bajo esta óptica han quedado fuera de servicio, incluso ante sismos de moderada intensidad.

En este sentido las nuevas tendencias apuntan hacia una nueva concepción del diseño en el que las edificaciones deben alcanzar un nivel de funcionamiento esperado para diferentes intensidades de terremoto. Es el llamado diseño por multiobjetivo, donde la protección de componentes no estructurales juega un papel fundamental en la definición de los criterios de diseño. El Eurocódigo 8 (Figura 3.15), exige que las instalaciones esenciales queden operativas para eventos raros (período de retorno de 500 años) y completamente operativas para eventos sísmicos ocasionales (período de retorno de 100 años) (Vidal, 2005).

Un ejemplo es el de el Instituto Mexicano de la Seguridad Social (IMSS) ha planteado una iniciativa orientada a contar con hospitales seguros y preparados para afrontar desastres. Se identifican cuatro etapas para su desarrollo:

1. Un diagnóstico de vulnerabilidad en cada hospital de niveles II y III de atención (que corresponden a los de mayor complejidad), de acuerdo con las amenazas presentes en su entorno, ejecutado por el mismo personal del hospital tendente a la elaboración o actualización de los Planes de Atención a la Salud en Desastres (PAISD) ajustados a las condiciones vulnerables del establecimiento, y a la implantación de medidas correctivas, de fácil ejecución y bajo costo, de los problemas detectados.
2. Una evaluación exhaustiva de la vulnerabilidad, a cargo de los profesionales especializados que conforman un Comité Institucional de Certificación, que permita una valoración concluyente de la vulnerabilidad de cada una de las instalaciones de II y III nivel donde lo amerite, y la ejecución de las acciones de mitigación pertinentes, junto con la revisión del PAISD de acuerdo con los lineamientos normativos vigentes.
3. Una validación de los resultados obtenidos en las etapas anteriores por parte de un ente competente a nivel nacional.
4. Un reconocimiento con carácter internacional (homologación) para aquellos establecimientos que cumplan con los parámetros establecidos por el cuerpo colegiado nacional en la etapa anterior, que les permita ser considerados como "Hospitales Seguros".

Por otra parte, en 1996 la Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud, bajo el auspicio del Gobierno de México y con el apoyo de la Secretaría del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN), el Departamento de Asuntos Humanitarios de Naciones Unidas (DHA), la Comisión Económica para América latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de Estados Americanos (OEA) y el Banco Mundial, convocó a la Conferencia Internacional sobre Mitigación de Desastres en Instalaciones de Salud. En esta conferencia las autoridades de salud de los países de la región, adoptaron por primera vez, compromisos calendarizados durante el período 1996-2001, para reducir los desastres naturales en algunas instalaciones sanitarias consideradas prioritarias, en función de su vulnerabilidad y de las posibilidades políticas, económicas y logísticas de cada uno de los países.

Algunos de los compromisos más importantes de cumplimiento inmediato fueron:

- Establecer formalmente que instalaciones de salud existentes tienen prioridad para realizar estudios de vulnerabilidad y adoptar medidas de reducción de impacto de desastres.
- Introducir medidas de mitigación en el diseño y construcción de instalaciones de salud nuevas o en la remodelación y ampliación de instalaciones existentes.

- Incluir medidas de mitigación o intervención no estructural contra desastres en todos los planes de mantenimiento, inspección, reestructuración y mejoramiento de hospitales existentes.

-Identificar recursos presupuestarios y tener los planes de mitigación para los hospitales catalogados como prioritarios.

Países como Chile, Colombia, México y Perú han elaborado proyectos para cumplir parcial o totalmente con las recomendaciones de esta conferencia.

4.12.2 Clasificación de áreas hospitalarias de acuerdo a su importancia en la atención de un desastre.

En la tabla 3.18 se describen las áreas hospitalarias y su clasificación de acuerdo a su importancia en la atención de un desastre. Las áreas **A** y **B** deberían quedar siempre operativas, pues son indispensables para garantizar el correcto funcionamiento del hospital en caso de catástrofe.

La metodología empleada por Morán (2005) permite tener un reconocimiento sistemático de los riesgos basado en diferentes herramientas, lo que proporciona un informe completo y detallado a la institución en la que se aplica para conocer su grado de vulnerabilidad, quedando en responsabilidad de las autoridades hospitalarias, el realizar las intervenciones que se requieren para disminuir el riesgo y obtener así una infraestructura hospitalaria más segura y preparada para afrontar situaciones de desastre. En este estudio se concluye que el diseño, la construcción y el mantenimiento de establecimientos de salud en zonas de riesgo sísmico, ofrecen múltiples desafíos a los diferentes profesionales involucrados debido a la importancia que tienen dichas construcciones en la vida usual de una ciudad y a la que adquieren en caso de desastre.

Dada la importancia de los establecimientos de salud para la recuperación de una comunidad afectada por un desastre, puede decirse que en su diseño deben considerarse con cuidado múltiples aspectos, que van desde la ubicación del establecimiento, hasta la instalación de equipos y elementos no estructurales diversos, además de los requisitos de diseño arquitectónico, resistencia y seguridad estructural, ya que estas construcciones no solo deben resistir las sacudidas sísmicas sino quedar operativas (NCSE- 02, Eurocódigo 8).

A pesar de lo anterior, múltiples establecimientos de salud de todo el mundo han sufrido graves daños, llegando al colapso parcial o total de la estructura, o a la salida de funcionamiento del hospital, como consecuencia de desastres (sobre todo en el caso de sismos intensos y de huracanes), privando a las comunidades respectivas de una adecuada atención a las víctimas.

En este contexto, se ve la necesidad de cumplir las normas existentes para el diseño y construcción de establecimientos de salud, y aplicar un estricto mantenimiento dándoles una orientación tendiente a mitigar su vulnerabilidad y reducir el riesgo, teniendo como fin último, además de proteger la vida de sus ocupantes, asegurar el funcionamiento de este tipo de edificaciones con posterioridad a un desastre.

Tabla 3.18. Áreas hospitalarias y su clasificación de acuerdo a su importancia en la atención de un desastre (Morán et al., 2005).

<i>AREAS A CLASIFICAR</i>	<i>Clasificación</i>			<i>AREAS A CLASIFICAR</i>	<i>Clasificación</i>		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>Análisis Clínicos</i>	X			<i>Anatomía Patológica</i>			X
<i>Anestesia y Reanimación</i>	X			<i>Cirugía Cardiovascular</i>			X
<i>Cirugía General y Aparato Digestivo</i>	X			<i>Cirugía Oral y Máxilofacial</i>			X
<i>Cuidados Críticos y Urgencias</i>	X			<i>Cirugía Pediátrica</i>			X
<i>Documentación Clínica</i>	X			<i>Cirugía Plástica y Reparadora</i>			X
<i>Farmacia</i>	X			<i>Cirugía Torácica</i>			X
<i>Unidad de Diagnóstico por Imagen</i>	X			<i>Coordinación de Trasplantes</i>			X
<i>Pediatría</i>	X			<i>Dermatología</i>			X
<i>Unidad de Cirugía de Alta Precoz</i>	X			<i>Digestivo</i>			X
<i>Ginecología y Obstetricia</i>	X			<i>Medicina Nuclear</i>			X
<i>Consulta Externa</i>		X		<i>Neumología</i>			X
<i>Medicina Interna</i>		X		<i>Neurofisiología Clínica</i>			X
<i>Medicina Preventiva y Salud Pública</i>		X		<i>Neurología</i>			X
<i>Nutrición Clínica y Dietética</i>		X		<i>Endocrinología</i>			X
<i>Cirugía Vascular y Angiología</i>		X		<i>Física y Protección Radiológica</i>			X
<i>Cardiología</i>		X		<i>Unidad de Enfermos Crónicos</i>			X
<i>Cirugía Vascular y Angiología</i>		X		<i>Unidad de Reproducción Humana</i>			X
<i>Microbiología</i>		X		<i>Urología</i>			X
<i>Nefrología y Hemodiálisis</i>		X		<i>Oncología Médica</i>			X
<i>Enfermedades Infecciosas</i>		X		<i>Oncología Radioterápica</i>			X
<i>Pediatría Neonatal</i>		X		<i>Otorrinolaringología</i>			X
<i>Psiquiatría Unidad de Agudos</i>		X		<i>Rehabilitación</i>			X
<i>Oftalmología</i>			X	<i>Reumatología</i>			X

Los hospitales y los establecimientos de la salud en general son sistemas expuestos que pueden sufrir graves daños como consecuencia de la ocurrencia de fenómenos naturales intensos. En otras palabras, el riesgo de los establecimientos de la salud puede llegar a ser muy alto, razón por la cual es necesario mantener las nuevas edificaciones con requisitos adecuados de acuerdo con las amenazas naturales de cada zona. Para ello es necesario evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones existentes, con el fin de identificar sus debilidades y así planificar, diseñar y ejecutar las intervenciones físicas o las reestructuraciones que sean necesarias.

4.12.3. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Hospitales de Granada: Ejemplo Hospital Virgen de las Nieves.

Las características de los principales hospitales de Granada se encuentran en el ANEXO 13.

Ante un desastre, un hospital debe continuar con el tratamiento de los pacientes alojados en sus instalaciones y debe atender a las personas lesionadas por el evento. Para poder realizar esto, el personal debe estar en el sitio y conocer como responder ante la situación, para lo cual es indispensable que también el edificio y su dotación permanezcan en condiciones de servicio después del desastre.

Un edificio puede quedar en pie después de un desastre, pero puede quedar inhabilitado para prestar atención médica debido a los daños no estructurales. El coste de los componentes no estructurales en la mayoría de los edificios es considerablemente mayor que el de los estructurales, especialmente en hospitales, donde el 85 y 90% del valor de la instalación está en los acabados arquitectónicos y, sistemas mecánicos y eléctricos y en el equipo médico allí contenido. Un movimiento sísmico de menor intensidad, que ocurre con mayor frecuencia que los grandes terremotos, puede causar daños no estructurales. Por lo tanto, los aspectos vitales de un hospital, aquellos que se relacionan más directamente con su propósito y función, son los que más fácilmente se ven afectados o incluso destruidos por los sismos. Pero también es más fácil y menos costoso readaptarlos y prevenir su destrucción o daño.

Un estudio de vulnerabilidad busca, entre otras cosas, determinar la susceptibilidad o el nivel de daño esperado en la infraestructura, equipamiento y funcionalidad de un establecimiento hospitalario frente a un desastre determinado.

El objetivo de esta evaluación está dirigido a proporcionar un primer diagnóstico sobre la vulnerabilidad sísmica de los hospitales de Granada, que versa básicamente sobre aspectos generales de las edificaciones. Su conocimiento es de vital importancia a la hora de realizar un *Plan de Actuación Sanitaria*, pues el que queden o no operativos influyen significativamente en los recursos necesarios, en el plan de evacuación y en las ayudas externas que se requieran para hacer frente a la situación de emergencia.

La forma en que se obtiene la evaluación de vulnerabilidad de riesgo sísmico de un edificio hospitalario consiste en un análisis de las condiciones de vulnerabilidad, habitabilidad y normatividad, así como de factores económicos, políticos y sociales que

rodean a las Instituciones de Salud a nivel Nacional y Local, factores que controlan su operatividad.

Basándonos en el modelo propuesto por Arq. Sonia Morán Rodríguez (2005) para evaluar la vulnerabilidad de edificios hospitalarios, analizaremos los problemas que dan origen a la vulnerabilidad hospitalaria, se mostrarán todos los datos recabados, así como resultados de vulnerabilidad presentes en los diversos edificios, áreas y locales que conforman el centro hospitalario Virgen de las Nieves y análisis de centros hospitalarios más cercanos al centro de estudio.

El modelo que se ha planteado para conocer el grado de vulnerabilidad hospitalaria, es una herramienta que contribuye a garantizar la seguridad y un óptimo nivel operativo de los edificios ante una situación de emergencia, ya que identifica todos los problemas que causan la vulnerabilidad de la edificación proporcionando un informe detallado del tipo de riesgo existente, permitiendo con esto conocer la rehabilitación y remodelación necesaria que debe hacerse al edificio para garantizar su seguridad y función.

4.12.3.1 Disponibilidad en función de los problemas potenciales para intensidades altas.

El centro hospitalario Virgen de las Nieves ha de enfrentarse a los casos sísmicos sabiendo que, de no hacerse ninguna modificación a la situación actual, probablemente tendrá una serie de problemas cuando el hospital sea afectado con una sacudida sísmica de intensidad \geq VIII, siendo estos más graves cuanto mayor sea dicha intensidad.

Según el trabajo realizado por Morán y Vidal (2005), estos son los daños esperados en dicho Hospital si está afectado con intensidades VII, VIII o IX.

Para intensidad \geq VII (en el hospital) los daños potenciales serán fisuras en tabiquería y paredes divisorias, sobre todo en esquinas y en las partes superiores de las mismas, posibles desprendimiento de trozos de falsos plafones de yeso y de emplacados cerámicos exteriores, de trozos de pretilas y de antepechos. No habrá daños estructurales salvo en el Hospital Materno Infantil en la zona de pasillo y en voladizo, donde fisuras y grietas podrían llegar a aparecer. Las instalaciones seguirán funcionales, salvo los casos puntuales con patologías ya reseñados. El Conjunto hospitalario seguirá operativo, con problemas y daños menores, que se deberán reparar de forma inmediata.

Para intensidad de sismo \geq VIII, los daños potenciales serán grietas y desprendimientos parciales en tabiquería y en algunos cerramientos. Desprendimientos abundantes de falsos techos de yeso, de emplacados cerámicos y de losas de revestimiento exterior.

Volcado de equipos y de estanterías no fijados, desprendimiento abundante de pretilas y antepechos, daños leves por golpeteo entre bloques de los diferentes edificios (que en elementos no estructurales podrían llegar a ser graves en determinados sectores). Daños en tuberías y conducciones secundarias y en acometidas.

Daños estructurales en el Hospital Materno infantil y en zonas con sobrecarga.

Los hospitales, excepto el Materno Infantil, quedarán semioperativos o poco operativos, por lo que una inspección rápida de daños para evaluar la seguridad de las zonas es completamente indispensable, así mismo los grupos de acción rápida interna y externa habrán de intervenir en aquellas zonas parcialmente dañadas susceptibles de daños mayores con las réplicas, demoliendo las que no tengan suficiente resistencia. Se marcarán las zonas no operativas o fuera de uso y se adaptará el plan de actuación sanitaria a las restricciones detectadas.

Para intensidades \geq IX, (caso de muy baja probabilidad) los daños referidos en el caso anterior serían más abundantes y aún mayores, los daños no estructurales serían bastante generalizados en tabiquerías e incluso en muchos lugares de los cerramientos, sobre todo en pisos superiores y en esquinas.

Los daños estructurales serían graves en el Hospital Materno Infantil, con riesgo de derrumbes parciales.

En el resto, los daños estructurales no deben ser graves salvo en zonas de golpeteo y en uniones de edificios de diferentes alturas.

Puede que bastantes áreas de los hospitales queden fuera de operatividad por los daños en elementos no estructurales a las instalaciones.

Para una intensidad de sacudida sísmica \geq VIII, existe un porcentaje significativo de riesgo a la vida (R:V), sobre todo por no poder atender situaciones críticas urgentes y de limitación de las funciones básicas (L:B), esto es debido fundamentalmente a dos problemas detectados:

1. Alta vulnerabilidad en elementos no estructurales, que para sacudidas sísmicas violentas pueden suponer destrozos en dichos elementos y caída de los mismos, lo que supone un (R:V) alto y un (L:B) alto.
2. La falta de un plan específico de emergencia sísmica, lo que supone una falta de respuesta adecuada al desastre sísmico, por fallos organizativos, operativos y de recursos humanos...

La prevención ayuda a mitigar los riesgos y el grado de vulnerabilidad de las instituciones hospitalarias, brindando un hospital seguro y preparado para la atención adecuada de pacientes arrojados por una emergencia.

Este estudio aporta las siguientes **recomendaciones**:

Este informe de Morán y Vidal (2005) recoge los problemas detectados en una inspección general en la que se ha contado con la colaboración del personal técnico, de mantenimiento, de enfermería y administración, pero no se ha podido precisar en muchos datos esenciales como detalles estructurales, de instalaciones, de servicios, etc., que hubieran facilitado mucho una estimación más exacta del grado de vulnerabilidad.

Se aconseja al Centro Hospitalario tomar en cuenta las recomendaciones de cómo solucionar los problemas detectados en el centro hospitalarios referidos en las tablas de indicadores, siendo estas clasificadas por su riesgo. Deberá atender, en primera instancia; a aquellos problemas que representen un riesgo para la vida de los ocupantes del edificio, en segundo lugar deberán ser atendidos aquellos problemas que limitan la función básica del establecimiento en caso de emergencia, ya que estos en la

vida usual del centro no son tan notorios, sin embargo, en caso de existir una emergencia, podrían llevar a la edificación a un colapso funcional.

En última instancia se recomienda la atención de los problemas con un riesgo de óptimo funcionamiento, ya que afectan en menor grado la seguridad y función ante una emergencia, sin embargo hacen más confortable y cómoda la vida diaria hospitalaria para los usuarios.

Se debe realizar una evaluación detallada y completa, ya que el estudio solo ha sido aplicado en forma de muestreo, y sin embargo se ha comprobado que la mayor parte de los problemas obtenidos en el Centro Hospitalario, pueden ser de riesgo para la vida y de limitación de la función en caso de desastre.

Deberá realizarse, en primera instancia una evaluación completa y por expertos de su vulnerabilidad estructural, principalmente en el hospital Materno Infantil realizando la toma de medidas que sea necesaria para prevenir daños estructurales y no estructurales graves ante movimientos sísmicos con intensidad \geq VIII.

De igual manera se debe realizar la inspección estructural completa en todos los edificios que conforman el centro hospitalario.

Además se recomienda actuar de forma urgente en la seguridad de los pretilos, ya que estos presentan evidencias de falta de anclaje con la estructura de igual forma en las tabiquerías que no llegan hasta el techo y en las que son muy frágiles (como las de escayola), y sobre todo en los empalomados.

En los falsos techos de yeso, sobre todo los de mayores dimensiones.

En emplacados cerámicos en fachadas exteriores y en escaleras.

En emplacados de losas de cerramientos con evidencia de que pueden desprenderse.

En la eliminación de filtraciones en la cimentación por rotura de saneamientos.

En las tuberías de agua en mal estado, en los puntos de paso de un bloque a otro y en las acometidas, ocurriendo lo mismo en los saneamientos.

En los anclajes y fijaciones de equipos (sobre todo los pesados) y de mobiliario (Sobre todo los que contengan medicinas y productos tóxicos o inflamables), porque en la mayoría de los casos al existir daños en ellos, no se dispone de los mismos.

Reubicar archivo (para evitar sobrecargas de uso no consideradas en la estructura), y, en su caso, mobiliario y equipo fuera de uso, u otros equipos pesados que sean trasladables (equipo informático)

Se recomienda el asegurar los acabados exteriores y las cristalerías para caso de sismo, ya que muchos de estos pueden romperse, siendo un riesgo para los ocupantes y limitando las funciones de las áreas afectada

Es indispensable la formación de un grupo de personas encargadas de realizar una evaluación rápida para detectar la seguridad y funcionamiento en las edificaciones tras un evento sísmico; dicho equipo deberá estar perfectamente capacitado en la metodología y herramientas que debe emplear, con la finalidad de conocer el riesgo y la operatividad del edificio de forma exacta y aplicar medidas correctoras urgentes.

Deberán delimitarse las áreas de seguridad y zonas de triage, capacitando al personal de cómo deben ser utilizadas, y colocando la señalización adecuada para que cualquier persona que se encuentre dentro del edificio pueda llegar a ellas.

Se debe garantizar la higiene en áreas blancas, dotando a los espacios que así lo requieran de purificadores de ozono y hermetismo ambiental externo

El centro hospitalario deberá contar con un Plan de Emergencias, el cual ponga en práctica, de forma integral y completa, capacitando al personal y realizando simulacros continuos para prevenir situaciones de riesgo, desarrollando un plan específico para casos de sismo que afecten al hospital con intensidades \geq VII, VIII, y IX

Contar con un estudio de rutas de evacuación, así como dotar a los espacios, de señales donde se indiquen las salidas de emergencia, rutas de evacuación y que hacer en caso de una emergencia a la población usuaria.

Debe contar con registros detallados sobre el período de autonomía ante la falta de suministros, así como prever un sistema de financiamiento económico de emergencia en caso de desastre.

Se recomienda colocar el sistema antifuego completo, no solo para detectar un incendio sino también para poder combatirlo hasta que llegan los bomberos; esto disminuye mucho el riesgo de incendios mayores.

Se recomienda tomar en cuenta a la población invidente, y colocar señales y guías táctiles para este sector de la población usuaria.

Deberán existir puestos de control, para conocer que cantidad de personas entran al edificio, y garantizar la seguridad e higiene, también es recomendable para tener un control de las visitas a los pacientes.

Cambiar el acceso a urgencias, que es por la plaza, y dotarlo de la protección ambiental necesaria a todos los accesos de urgencias y hospitalarios

Se recomienda la utilización de sistemas inteligentes para el ahorro de luz agua y otros suministros.

En el ANEXO 14 se resumen las indicaciones sobre la vulnerabilidad de los diferentes edificios del Hospital Ruiz de Alda realizado por S. Morán (2005)

4.13. Análisis de los recursos de la zona.

La provincia de Granada dispone de un conjunto de recursos ante catástrofes sísmicas, que constituyen una herramienta de planificación y gestión de emergencias, cuyo objeto es conocer y localizar de forma rápida y eficaz los medios y recursos disponibles para actuar ante dichas emergencias.

Se incluyen medios y recursos de titularidad pública y de titularidad privada y se realizará en los niveles Local, Provincial y Regional, estando integrados los de nivel inferior en los de niveles superiores. El conocer el catálogo de medios y recursos es fundamental para la planificación de las emergencias sanitarias y estimar la necesidad de recursos externos en caso necesario.

El conjunto de estos recursos están recogidos en el ANEXO 15.

4.14. Aspectos médico-legales de las víctimas mortales en una catástrofe sísmica en Granada.

4.14.1. Procedimientos de actuación.

La experiencia de los grupos de intervención en las grandes catástrofes demuestra, una vez más, que para resolver con éxito las situaciones de crisis provocada por un terremoto, resulta imprescindible una planificación previa de las organizaciones llamadas a colaborar y una formación técnica y operativa de los profesionales implicados. Por ello la INTERPOL ha elaborado una guía de intervención para la identificación de las víctimas de grandes catástrofes, que ha demostrado por su aplicación en múltiples situaciones reales, ser el mejor manual de recomendaciones que podemos tener en la actualidad. Aunque esta guía está dirigida casi en su totalidad al procedimiento que se ha de seguir para la identificación, contiene algunas recomendaciones generales de intervención en las primeras fases de la catástrofe y, en particular, lo referente a la recuperación de las víctimas mortales. Además incluye la recomendación de la estandarización internacional de los documentos, empleando una sola nomenclatura y sistemas de codificación para que pueda haber una comunicación adecuada entre distintos profesionales.

El procedimiento adecuado incluye preparación y conocimiento sobre los siguientes tres aspectos:

- Operaciones de rescate de las víctimas.
- Recuperación y traslado de las víctimas.
- Características del mortuorio temporal.

Una vez que se han trasladado las víctimas heridas, es muy recomendable, antes de trasladar los cadáveres realizar una cuadrícula y numeración de la zona de la catástrofe que posibilite un seguimiento adecuado de la localización de cada víctima, resto humano u objeto localizado. Si la catástrofe sísmica afecta a un terreno con una topografía muy irregular es más recomendable realizar fotografías aéreas de la zona o recurrir a mapas del área, dividiendo el terreno de acuerdo a marcas naturales que no se puedan desplazar como cauces de ríos, tierras de labranza, edificaciones, etc.

Otra cuestión general de interés se refiere a la preparación psicológica y técnica del equipo humano. Para reducir los efectos de ansiedad y de estrés, uno de los mejores métodos es sentirse bien preparado y conocer perfectamente las tareas que cada uno tiene que realizar dentro del equipo. De igual importancia es resolver los conflictos profesionales, discutir los sentimientos y reacciones personales. Los problemas se pueden afrontar en grupos o individualmente pero siempre se tienen que abordar las situaciones concretas por personal técnicamente preparado y profesionalmente entrenado. En países como p.e. Israel se establece que las personas del equipo que hayan actuado en dos intervenciones deben recibir atención

psicológica. Otros aspectos pueden ayudar a reducir el estrés, por ejemplo, una dieta adecuada. Debe haber bebidas siempre disponibles y no son recomendables los estimulantes como el café, té o alcohol. Leche, agua, y zumos de frutas, son muy recomendables. Las comidas muy condimentadas o grasientas deben evitarse y sustituirse con carnes blancas, verduras frescas, y frutas. Los descansos regularmente establecidos, con rotaciones del personal, realización de ejercicios suaves, etc.

4.14.2 Identificación de las víctimas

Debe existir una *Dirección de identificación de las víctimas*, cuya finalidad es conseguir la identificación de las mismas. Bajo la dirección de esta unidad están incluidas tres secciones: 1) Sección de personas desaparecidas; 2) Sección de recuperación de víctimas mortales; y 3) Centro de identificación (Valenzuela 2002).

1) *La sección de personas desaparecidas* recibirá las listas provisionales de personas que se encontraban en el lugar de la catástrofe y a partir de ellas, deberá ir elaborando listas, cada vez más definitivas cuando se conozca el nombre y la identidad de los ilesos y heridos. La responsabilidad inmediata de esta sección es elaborar una lista de víctimas lo más completa posible con el número de víctimas mortales, heridos, e ilesos.

Se organizará un equipo multidisciplinar de profesionales (policías, médicos, psicólogos, y miembros de organizaciones llamadas a colaborar, como la Cruz Roja) llamado Equipo *Antemortem* (Equipo AM) que tendrá una doble misión. La primera, recoger todos los datos identificativos posibles de las víctimas; la segunda misión será servir de apoyo físico y psicológico a los familiares de las víctimas. El registro de los datos *antemortem* se realizará en los formularios *antemortem* (de color amarillo) de las fichas de identificación de la INTERPOL.

Es imprescindible que los miembros del equipo estén familiarizados con este tipo de fichas, recogiendo en ellas al mínimo detalle todos los datos consignados. Será de utilidad anotar los datos de la persona que facilita la información así como el nombre, dirección y teléfonos de contacto de los dentistas y médicos que han tratado a la víctima a lo largo de su vida. Concluida la recogida de datos, se clasificarán alfabéticamente (por apellidos) todos los registros.

2) *La sección de recuperación de víctimas mortales* no comienza su trabajo hasta que no se ha concluido la recuperación de todos los supervivientes. Sería deseable dejar a las víctimas mortales o fragmentos, en el lugar encontrado, con un número de identificación, y no movilizarlos hasta que se dé la orden para ello. No obstante, en ocasiones, hay que trasladar los cuerpos para facilitar y garantizar una recuperación adecuada de los supervivientes.

Debe existir un *Coordinador del equipo de rescate de las víctimas mortales* que tiene que continuar los trabajos del director de operaciones de rescate. Este coordinador liderará un equipo humano multidisciplinar: policía judicial, fotógrafos, personal médico, etc.

Cada víctima mortal encontrada se identificará adecuadamente con una etiqueta numerada aprehendida de una parte del cuerpo que no se pueda desprender o deslizar (por ejemplo en el cuello, la muñeca o el tobillo) y se procederá a la

documentación (fotografías, vídeo, esquemas, etc.) de su localización antes de proceder a su traslado. De igual forma, se etiquetaran adecuadamente los objetos encontrados dentro de cada cuadrícula, anotando alguna referencia de la proximidad a un determinado cadáver, aunque no necesariamente el objeto tiene por qué pertenecer al cadáver más cercano. Lo más próximo posible al cadáver (o a los fragmentos o partes) se debe colocar un número que debe permanecer en el lugar incluso cuando se retire el cadáver. La posición en la que se encontraban los restos se marcará en la hoja de cuadrícula del lugar de los hechos.

La bolsa en la que se transporta el cadáver debe tener el mismo número, y éste tiene que ser idéntico al del cadáver y permanecerá con él hasta el final del proceso de identificación. Las etiquetas que servirán para numerar deben estar previamente numeradas para evitar duplicaciones. Si se trabaja en varios equipos de identificación cada uno de ellos se numerará con letras (A, B, C...), y a continuación, cada equipo, numerará a sus víctimas como A-1, A-2, A-3, y así sucesivamente.

Los objetos deben ir numerados consecutivamente de forma separada, anteponiéndoles la letra E (E proviene de la palabra inglesa *effects*, en español efecto u objeto). Por último, los fragmentos o partes de un cuerpo deben numerarse como si se tratase de cuerpos íntegros y se recomienda numerarlos consecutivamente etiquetándolos con la letra P (P proviene del término inglés *parts*, en español o parte o fragmento).

De forma coetánea en el tiempo con las tareas de rescate de las víctimas, es necesario decidir y designar el espacio que se destinará a **tanatorio temporal**. Por la experiencia acumulada de equipos de identificación de víctimas en grandes catástrofes se ha llegado a un consenso en el sentido de que debe habilitarse un *espacio único* como tanatorio temporal para facilitar las tareas de identificación y minimizar los problemas de comunicación entre los profesionales. Igualmente, se ha llegado a la conclusión de que si el número de víctimas mortales es elevado como los casos de I=VIII e I=IX, dicho tanatorio temporal no debe estar ubicado en un hospital (dificultaría el acceso de los heridos, y colapsaría la disponibilidad de los recursos sanitarios hospitalarios que deben destinarse a las víctimas no mortales).

En los atentados terroristas del 11-M, los forenses de guardia en los Juzgados de la Plaza de Castilla y de la Audiencia Nacional, se concentraron en el Instituto Anatómico Forense. Un grupo se dirigió a los focos de los atentados para proceder al levantamiento de cadáveres y otro grupo a la morgue improvisada del IFEMA y al cementario de La Almudena. La evacuación de los cadáveres la realizaron el Cuerpo de Bomberos, SAMUR-PC y Cruz Roja. El transporte fue realizado por las ambulancias de la Consejería de Sanidad (SERMAS). En el IFEMA se definieron tres áreas de intervención: Depósito de cadáveres, sala de autopsias y sala de espera de los familiares. En total participaron 80 forenses. Los restos cadavéricos no identificados, lo fueron por la Policía Científica.

Existe por tanto unanimidad de que el tanatorio temporal, destinado en exclusividad a fines forenses mientras que duren los procedimientos médicos y policiales, tiene que cumplir una serie de requisitos de espacio, instalaciones y equipamiento. Un espacio amplio y, a ser posible diáfano, adecuado al número estimado de cadáveres (313 en el caso de I=VIII y 3.548 en el caso de I=IX) y que

dispondrá de un área de recepción de cadáveres, área médico-forense y policial, área de depósito de los cadáveres y objetos, área de seguridad policial, área de secretaría y comunicaciones, área de servicios, y área de recepción de familiares. Una vez concluidas las tareas de identificación de los cadáveres, éstos se trasladarán a otro espacio diferente al tanatorio temporal y allí deben quedar todos ellos en depósito hasta que se decida su traslado para la inhumación.

Dentro del tanatorio temporal ha de existir un procedimiento médico forense y policial preestablecido que garantice la calidad del proceso de identificación de las víctimas. Con esta finalidad se crean, dentro del tanatorio temporal varias unidades o secciones: unidad de seguridad, unidad de seguimiento, y unidad de recogida de datos *postmortem*.

- **La unidad de seguridad** vela por el control de las personas que por cualquier motivo se encuentran en el tanatorio temporal, manteniendo la privacidad y la seguridad de las víctimas, sus ropas y pertenencias y, todos los procedimientos que se realicen dentro del tanatorio temporal.
- **La unidad de seguimiento** de los procedimientos médico-forenses y policiales es la responsable de la recepción de cadáveres, su depósito antes y después de los procedimientos de identificación y exámenes *postmortem*, y de la comprobación de que en cada cadáver se han realizado todas las investigaciones necesarias. Es una unidad de una alta responsabilidad que debe ser liderada por una persona cualificada y con experiencia en este tipo de funciones.
- Por último **la unidad de recogida y registro de los datos *postmortem*** es la responsable de recabar toda la información posible que ayude a la identificación de los cadáveres. El registro de los datos *postmortem* se realiza en los formularios de *color rosa* de las fichas de identificación de la INTERPOL. El equipo *postmortem* (Equipo PM) de identificación está constituido por un grupo multidisciplinar de profesionales que han de tener experiencia conjunta y entrenamiento previo. El número de profesionales que participa por cada una de las áreas de especialización depende de las circunstancias del desastre y del número de víctimas mortales. Será necesario, como mínimo, la participación de médicos forenses con experiencia en este tipo de situaciones, personal auxiliar médico, odontólogos forenses, radiólogos, especialistas en fotografía e imagen, especialistas de policía científica (dactiloscopia, criminalística, etc.), personal auxiliar sanitario, administrativo, de limpieza y de avituallamiento.

3) La dirección de identificación de víctimas ha de constituir un **Centro de Identificación** que tiene como misión proceder a la clasificación de los registros *antemortem* y *postmortem*, y apoyándose en las opiniones de los especialistas de las distintas unidades, garantiza la correcta interpretación e integración de todos los datos disponibles. Finalmente, en este centro se tienen que realizar los procesos de comparación de datos *antemortem* y *postmortem* conducentes a la identificación de las víctimas. El procedimiento de trabajo en el centro de identificación consistirá, en primer lugar, en la clasificación de los registros: los *antemortem* por orden alfabético, y los *postmortem* por orden numérico. Estos últimos, a su vez, se subclasificarán en registros sin clave; registros con M (numerados en el mortuario o tanatorio); y registros con P (Partes). Se recomienda que este último apartado (los registros con P) se deje

para el final porque las posibilidades reales de identificar adecuadamente a los fragmentos o partes son mínimas en los primeros intentos y no debe obstaculizar el proceso.

Esta unidad de clasificación de registros tiene además la misión de facilitar el proceso de clasificación subdividiendo los grupos *antemortem* y *postmortem* en subgrupos claramente definidos que variará de acuerdo a las características de la catástrofe, por ejemplo, sobre la base de criterios como edad estimada o sexo. Como no es posible saber *a priori* si la identificación de un cadáver va a ser fácil o difícil, se recomienda realizar un proceso de comparación sistematizado, intentando alejarse de hacer en primer lugar los casos que parecen fáciles ya que puede resultar que no se trataba de un caso tan sencillo como parecía.

La Comisión de Identificación tiene como responsabilidades finales:

- 1) Revisar los resultados de las comparaciones efectuados por los especialistas de las distintas secciones;
- 2) Detectar y subsanar posibles inconsistencias;
- 3) Combinar los resultados hasta obtener una lista final de identificaciones.

Esta comisión es dirigida por el director de la unidad de identificación y es la responsable final de las identificaciones de las víctimas.

Una vez finalizada una identificación, los registros *antemortem* y *postmortem* deben archivarlos unidos y clasificarlos numéricamente. Es decisión de esta comisión de identificación decidir sobre la publicidad, notificación de las identificaciones, emisión de documentos que acrediten la identidad, etc. No hay que olvidar que siempre que queden cadáveres sin identificar puede ser que se haya cometido algún error en las identificaciones previas y, por tanto, hay que ser muy cauto en las confirmaciones de las identificaciones al juez, los familiares o los medios de comunicación. Las solicitudes de familiares para proceder al reconocimiento visual de los restos del cadáver deber dirigirse a la persona responsable de la dirección de la unidad de identificación quién será en última instancia la que tome la decisión y decidirá si es o no oportuno el reconocimiento del cadáver sobre la base del estado del cuerpo y otras circunstancias particulares a cada caso. Como norma general, no se debe proceder al reconocimiento visual de los cadáveres por sus familiares, personas de análoga relación de afectividad o conocidos puesto que no constituye un método científico de identificación, además de producirse multitud de errores, tanto por el mal estado que suelen presentar los cadáveres como por la situación emocional de las personas que tienen que reconocerlo. Por otra parte, no existe ninguna razón de base científica para que se les someta al estrés emocional que supone ver a sus seres queridos en tales circunstancias.

5. Método Bibliográfico.

Las referencias bibliográficas en las que se apoya esta tesis doctoral se obtuvieron mediante la búsqueda en la base de datos MEDLINE, a la que se tuvo acceso a través de Internet en la dirección: www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/, utilizando como palabras claves: "Earthquake", "seismic", "natural disasters", "catastrophe", "emergencias", "triage", "casualties", "hospitals".

La búsqueda se centró especialmente en los últimos 15 años.

Igualmente se obtuvieron artículos y referencias de interés en las mismas citas bibliográficas de algunos autores consultados.

6. Método de Redacción y Estilo.

Para la terminología habitual se han seguido las normas de los Diccionarios de la Real Academia de la Lengua (2001), el de María Moliner(1998) y el de Doyma Masson (2003), para el uso adecuado del español.

Para la terminología médica se ha utilizado el Diccionario Mosby de la Salud (2003), el Diccionario Terminológico Roche (2003) y el Diccionario de la Editorial Masson (1992).

En la estructuración del Trabajo de Investigación y Tesis Doctoral se han seguido las normativas recomendadas por Sierra (1986), Serna (1995), Hernández Vaquero (1997) y García Román (1995), siguiendo las normas uniformes adoptadas por las Revistas Médicas y las actuales del Sistema Internacional (SI) (1997).

Las citas bibliográficas se exponen por orden alfabético y de acuerdo a las normas establecidas por el Comité Internacional de Revistas Médicas (1997).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

IV. RESULTADOS

1. Impacto de terremotos a la población del Área Metropolitana de Granada.

Para la planificación de actuaciones sanitarias en Granada es necesario conocer las pérdidas directas producidas por los terremotos en dicha ciudad, pérdidas que están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, y con daños en la infraestructura de servicios públicos, daños en las edificaciones, etc.

Para la programación de los dispositivos de emergencia sanitaria del Plan de Actuaciones Sanitarias, se ha considerado la ocurrencia de terremotos con mayor potencial destructor ($I \geq VIII$), o sea una serie de escenarios de daño tipo, con sismos de intensidades máximas VIII o IX y con epicentros en Sierra Elvira y en Granada.

La estimación de los daños y víctimas se ha realizado con la metodología explicada en el capítulo 3, aplicando el simulador de escenarios sísmicos SES2002 a los casos que se describen a continuación.

Se han realizado, en cada caso, las simulaciones con los cuatro modelos disponibles en este programa: *SES máximo*, *SES mínimo*, *Irpinia* y *ATC*, encontrándose diferencias significativas entre ellas. Por ello, en la **elección del modelo de daños y víctimas**, se ha tenido en cuenta la estimación que más se aproxima a la realidad: *SES máximo*, ya que *SES mínimo* considera una vulnerabilidad menor que la real existente en Andalucía, el modelo *Irpinia* equivale a construcciones de pueblos, más viejas y el modelo *ATC* calcula los daños y víctimas para construcciones nuevas o recientes. Además, el *SES máximo* es el que presumiblemente va a utilizar Protección Civil en sus Planes de Emergencia.

Asimismo, se han realizado las estimaciones para cada caso, municipio por municipio, incluyendo en las tablas información completa de las simulaciones realizadas en los cuatro casos. En estas tablas se incluyen todos los municipios donde se ha estimado una intensidad sísmica igual o superior a VI (EMS) a partir de la cual se pueden esperar daños. Cada municipio se encuentra en una fila, y en las columnas se ve la información relativa a cada municipio (nombre, código INE, provincia, distancia epicentral en Km, intensidad, intensidad numérica, intensidad matemática, número de muertos, número de heridos, sin hogar, colapsos, etc.) pero debido a su gran extensión, y para facilitar la lectura de los datos más relevantes, se han resumido en otras tablas

(ANEXO 17), con los datos más significativos de daños y víctimas en los municipios más afectados para los cuatro casos considerados.

1.1. Caso 1: Terremoto de intensidad máxima VIII (EMS) con epicentro en Sierra Elvira.

Es el caso más probable de los 4 que se han considerado, según la opinión de los expertos consultados. Se trataría de un *terremoto ocasional*, (según el Euro-código 8, aquellos con un 50 % de probabilidad en 50 años).

Para determinar las características de este escenario hipotético se ha usado SES2002 (que será también el que se use, en su día, para realizar un pronóstico ciego de daños de un terremoto destructor real que ocurra en la zona). En primer lugar, se introducen los parámetros del supuesto terremoto con I_{max} VIII, que aproximadamente son los siguientes:

Longitud	-3.73
Latitud	37.24
Profundidad	10 Km
Intensidad	VIII (EMS)

Este es el epicentro más probable. La zona de fracturación se sitúa entre Atarfe y Pinos Puente, con una magnitud $M \geq 5.8$, aunque si el terremoto es muy superficial podría alcanzarse la I de VIII con una $M \geq 5.5$.

1) SES Máximo.

Los resultados que se han obtenido con SES Máximo para las poblaciones más afectadas de la provincia de Granada son los siguientes:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
37.311	313	1.865	35.113

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
165.362	436	4.787	21.251	54.542	84.346

En la tabla 4.1 se muestra por municipios y de manera detallada la cuantificación de estos daños a la población y a las viviendas. Encontrando solo en 16 municipios de la provincia heridos y muertos, siendo Pinos Puente y Atarfe las poblaciones más afectadas por su cercanía al epicentro.

Como puede apreciarse en dicha tabla, este terremoto afectaría a Granada capital con una $I = VII$.

Los hospitales de Granada quedarían operativos en un 90%, existiendo daños no estructurales que necesitarían una evaluación y seguimiento.

Tabla 4.1. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES máx.

Número estimado de: muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Poblac. Total	Colapso	Daños muy graves	Daño Grave	Daño moderado	Daño leve
Pinos Puente	VIII	67	403	3264	13524	91	539	1394	1882	1182
Atarfe	VIII	32	190	1912	11220	45	309	923	1500	1293
Chauchita	VIII	13	75	736	4138	18	121	358	572	472
Fuente Vaq.	VIII	18	106	877	4038	23	137	365	518	370
Santa Fé	VIII	43	257	2307	12740	64	400	1144	1787	1523
Albolote	VIII	32	191	1897	12916	46	302	950	1650	1636
Cijuela	VIII	6	35	286	1522	8	46	129	198	165
Maracena	VIII	38	226	2214	14331	56	368	1129	1908	1814
Peligros	VIII	19	112	1112	7380	28	184	576	992	966
Vegasl Genil	VIII	6	36	370	2791	9	60	197	361	390
Láchar	VIII	11	65	540	2477	10	60	161	229	163
Calicasas	VIII	2	15	123	599	3	17	49	73	54
Cúllar Vega	VIII	7	43	406	3171	11	68	216	386	419
Pulianas	VIII	10	58	535	3835	14	85	268	471	493
Guevéjar	VIII	5	29	277	1507	5	34	96	151	127
Jun	VIII	4	24	262	1724	5	36	113	194	187
Granada	VII	0	0	10982	244767	0	1222	8348	24524	38959
Otros	VI-VII	0	0	7033	286159	0	799	4835	17146	34133
TOTALES	VI-VIII	313	1865	35133	628839	436	4787	21251	54542	84346

2) SES mínimo

Los resultados que se han obtenido con SES Mínimo son, en este caso:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
11.111	38	230	10843

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
30.422	54	1.235	7.167	15.410	6.556

Pinos Puente y Atarfe continúan siendo las poblaciones con más víctimas, y tampoco se producen daños personales en Granada capital (ANEØ 17, Tabla A.17.1).

Como se puede apreciar en esta simulación, aparecen 275 muertos y 1635 heridos menos que con el SES máx. Cifras considerables a la hora de prestar asistencia sanitaria así como despliegue de medios y recursos necesarios.

3) IRPINIA

Con este modelo, los datos resultantes se elevan mucho respecto a los anteriores, encontrando:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
48.919	647	3.878	44.294

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
197.015	948	6.731	25.091	61.768	102.477

En este caso encontramos víctimas en 56 municipios (Anexo 17, Tabla A.17.2), entre ellos en Granada capital con 126 muertos y 755 heridos.

4) ATC.

Con este modelo, los datos resultantes encontrados entre la población afectada son de 371 muertos, con 6.544 heridos de distinta consideración y 35.133 personas que han quedado sin hogar.

Además existe un gran número de viviendas afectadas con distintos daños. De forma resumida se expresa a continuación.

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
42048	371	6544	35133

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	Colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
165362	436	4787	21251	54542	84346

En este caso encontramos víctimas en 39 municipios (ANEXO 17, Tabla A.17.3), entre ellos en Granada capital con 48 muertos y 1623 heridos.

En la tabla 4.2 se recogen a modo de resumen comparativo, los resultados de los distintos modelos respecto a la población afectada y viviendas afectadas para el caso 1 de un terremoto con epicentro en Sierra Elvira con una I=VIII (EMS).

Tabla 4.2. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 1: (Sierra Elvira, I = VIII)

VÍCTIMAS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
MUERTOS	313	38	647	371
HERIDOS	1865	230	3878	6544
SIN HOGAR	35133	10843	44394	35133
POBLACIÓN AFECTADA	37311	11111	48919	42048

DAÑOS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
COLAPSO	436	54	948	436
MUY GRAVES	4787	1235	6731	4787
GRAVES	21251	7167	25091	21251
MODERADOS	54542	15410	61768	54542
LEVES	84346	6556	102467	84346
VIVIENDAS AFECTADAS	165362	30422	197015	165362

Como puede apreciarse el modelo Irpinia es el que da valores más altos de daños y de víctimas, seguido del ATC y del SES máximo, mientras los datos que da el modelo SES mínimo se distancia ostensiblemente de los anteriores. Los valores de daños a las construcciones de SES máximo son iguales a los de ATC y algo menores los de víctimas.

1.2. Caso 2. Terremoto de intensidad máxima IX (EMS) con epicentro en Sierra Elvira.

Suponiendo el mismo epicentro (mismas coordenadas) que en el caso anterior pero con una intensidad IX (EMS), los datos obtenidos revelan un aumento muy importante del número de víctimas y viviendas afectadas. En este supuesto, Granada capital tendría una I=VIII. Parte de los hospitales presentarían daños no estructurales graves que impedirían la completa operatividad de los mismos, siendo necesario en una primera etapa, hacer un reconocimiento rápido de la seguridad y del estado operativo de las diferentes áreas y también establecer al menos un Hospital de Campaña en lugar estratégico, para atender a los heridos en las primeras horas e iniciar un plan de evacuación.

1) *SES Máximo.*

Con este modelo, se han obtenido los siguientes resultados que se muestran en la tabla 4.3:

Tabla 4.3. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES máx. Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pop..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño Grave	Daño moderad	Daño leve
Pinos Puente	IX	465	2789	7292	13524	630	1394	1882	1184	346
Atarfe	IX	249	1494	4753	11220	354	923	1500	1301	560
Chauchina	IX	97	579	1813	4138	139	358	572	475	194
Fuente Vaq.	IX	123	737	2008	4038	160	365	518	371	133
Santa Fé	IX	310	1860	5571	12740	464	1144	1787	1529	654
Albolote	IX	241	1444	4893	12916	348	950	1650	1646	803
Cijuela	IX	39	234	680	1522	54	129	198	166	70
Maracena	IX	285	1709	5615	14331	424	1129	1908	1827	872
Peligros	IX	141	849	2856	7380	212	576	992	971	460
Vegas Genil	IX	46	274	986	2791	69	197	361	392	200
Láchar	IX	75	452	1240	2477	70	161	229	163	57
Calicasas	IX	17	100	293	599	20	49	73	54	18
Cúllar V.	IX	51	309	1060	3171	79	216	386	427	247
Pulianas	IX	68	409	1384	3835	99	268	471	497	259
Guevéjar	IX	37	224	671	1507	39	96	151	127	52
Jun	IX	33	198	674	1724	41	113	194	188	87
Churriana	VIII	21	124	1119	6669	28	173	507	817	744
Moclín	VIII	26	154	1194	4544	34	196	490	630	358
Las Gabias	VIII	24	144	1284	8338	38	228	685	1141	1107
Alfacar	VIII	15	89	808	4333	20	127	360	556	460
Armillá	VIII	30	181	1819	13706	51	329	1085	1984	2131
Cogollos	VIII	12	73	541	2020	13	72	178	226	127
Chimeneas	VIII	9	54	430	1537	11	66	162	203	103
Granada	VIII	746	4477	44435	244767	1222	8348	24524	38959	31970
Otros	VI-VIII	388	2332	28457	922434	604	4580	15902	47418	101184
TOTALES	VI-IX	3548	21289	121876	1306261	5223	22187	56765	103252	143196

En Granada capital, se alcanzaría una intensidad VIII, con 746 víctimas mortales y 4.477 heridos. La cuantificación total de la población y viviendas afectadas es la siguiente:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
146.713	3.548	21.289	121.876

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
330.623	5.223	22.187	56.765	103.252	143.196

2) *SES mínimo*

En este caso, encontramos los datos recogidos en la tabla A.17.4. del ANEXO 17.

Por tanto tenemos una población total afectada de 43.036 víctimas, con 861 muertos y 5.146 heridos:

Con este modelo, en Granada se producirían 93 muertos y 561 heridos.

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
43.036	861	5.146	37.029

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
76.050	1.235	7.283	17.043	17.760	32.729

3) IRPINIA

Los datos resultantes se elevan respecto a los anteriores, encontrando:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
162.064	4.324	25.925	131.815

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
426.093	6.434	24.324	61.129	124.235	209.971

Granada contaría con 1.094 pérdidas humanas y 6.565 heridos (ANEXO 17, Tabla A.17.5).

4) ATC

Con este modelo, las cifras se acercan más a los datos obtenidos con SES máximo:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
155.899	2.993	31.030	121.876

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
330.623	5.223	22.187	56.765	103.252	143.196

En la capital de Granada, las cifras de víctimas respecto a muertos y heridos serían 726 y 9.758 respectivamente (ANEXO 17, Tabla A.17.6).

Tabla 4.4. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 2: (Sierra Elvira, I = IX)

VÍCTIMAS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
MUERTOS	3548	861	4324	2993
HERIDOS	21289	5146	25925	31030
SIN HOGAR	121876	37029	131815	
POBLACIÓN AFECTADA	146713	43036	162064	155899

DAÑOS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
COLAPSO	5223	1235	6434	5223
MUY GRAVES	2218	7283	24324	2218
GRAVES	56765	17043	61129	56765
MODERADOS	103252	17760	124235	103252
LEVES	143196	32720	209971	143196
VIVIENDAS AFECTADAS	330623	76050	426093	330623

Vemos que el resultado numérico de las viviendas afectadas con SES máx y modelo ATC son similares y menores que los dados por Irpinia. El número de muertos es en este con SES máx. mayor que el dado por ATC y el de heridos es sin embargo menor.

1.3. Caso 3. Terremoto de intensidad máxima VIII (EMS) con epicentro en Granada.

La ocurrencia de un terremoto con epicentro en la capital de Granada es raro (475 años), con un 10% de probabilidad en 50 años, menos probable que el de Sierra Elvira, (Vidal 2005). Los parámetros introducidos en la simulación han sido:

Longitud	-3.55
Latitud	37.15
Profundidad	10 Km
Intensidad	VIII (EMS)

Con una magnitud entre 5.6-6.5

1) SES Máximo.

De esta forma, se han obtenido los siguientes resultados:

Población afectada			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
77.033	1.098	6.589	69.346

Viviendas afectadas					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
208.557	1.778	12.359	38.547	71.770	84.103

En Granada capital, se alcanzarían cifras de 746 víctimas mortales y 4.477 heridos, cifras similares a las que provocaría en Granada capital el terremoto de I= IX en Sierra Elvira con este modelo (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES máx. Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño modera	Daño leve
Cenes Vega	VIII	9	57	576	5043	27	168	598	1181	416
Huétor Vega	VIII	21	125	1190	8575	31	193	612	1083	1416
Monachil	VIII	13	75	770	5067	37	250	790	1371	1128
Zubia (La)	VIII	34	206	1886	12826	55	334	1034	1782	1330
Granada	VIII	746	4477	44435	244767	1222	8348	24524	38959	1812
Pinos Genil	VIII	4	22	191	1159	7	42	118	187	31970
Ogíjares	VIII	13	79	840	8502	15	94	359	753	173
Armillá	VIII	30	181	1819	13706	51	329	1085	1984	966
Dúdar	VIII	1	7	63	292	2	12	33	46	2131
Gójar	VIII	10	62	548	3502	15	89	266	443	34
Churr. Vega	VIII	21	124	1119	6669	28	173	507	817	429
Huét. Santill	VIII	7	45	363	1665	11	64	170	244	744
Dílar	VIII	6	34	328	1510	8	54	151	222	176
Jun	VIII	4	24	262	1724	5	36	113	194	151
Quéntar	VIII	6	38	289	1108	10	57	140	178	187
Víznar	VIII	3	19	160	742	5	30	84	122	104
Alfacar	VIII	15	89	808	4333	20	127	360	556	85
Alhendín	VIII	15	90	760	4223	21	124	350	541	460
Beas	VIII	4	27	215	990	7	41	108	151	469
Güej. Sierra	VIII	13	79	641	2769	15	89	232	318	110
Maracena	VIII	38	226	2214	14331	56	368	1129	1908	215
Otura	VIII	11	64	578	4058	19	113	350	609	1814
Pulianas	VIII	10	58	535	3835	14	85	268	471	638
Gabias (Las)	VIII	24	144	1284	8338	38	228	685	1141	493
Vegas Genil	VIII	6	36	370	2791	9	60	197	361	1107
Cúllar Vega	VIII	7	43	406	3171	11	68	216	386	390
Peligros	VIII	19	112	1112	7380	28	184	576	992	419
Otros	VI-VII	0	0	5150	303054	0	531	3274	14377	33770
TOTALES	VI-VIII	1098	6589	69346	679373	1778	12359	38547	71770	84103

2) SES mínimo

En este caso, encontramos:

Población afectada			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
23.278	141	826	22.311

Viviendas afectadas					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
41.759	223	4.130	12.806	14.238	10.361

En Granada capital, se alcanzarían cifras de 93 víctimas mortales y 561 heridos, cifras similares a las que provocaría en Granada capital el terremoto de I= IX en Sierra Elvira, con este modelo (ANEXO 17, Tabla A.17.7).

3) IRPINIA

Los datos resultantes se elevan respecto a los anteriores, encontrando:

Población afectada			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
86.431	1.658	9.937	74.836

Viviendas afectadas					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
235.940	2.670	13.887	38.899	75.386	105.098

Granada contaría con 1.094 pérdidas humanas y 6.565 heridos (ANEXO 17, Tabla A17.8).

4) ATC

Con este modelo, las cifras se acercan más a los datos obtenidos con SES máximo:

Población afectada			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
93.907	1.485	17.586	74.836

Viviendas afectadas					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
235.940	2.670	13.887	38.899	75.386	105.098

En la capital de Granada, las cifras de víctimas respecto a muertos y heridos serían 960 y 10.745 respectivamente (ANEXO 17, Tabla A.17.9).

En la tabla 4.6 se recogen los resultados de los distintos modelos para el caso de un terremoto con epicentro en Granada Imáx=VIII (EMS).

Tabla 4.6. Población y viviendas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 3: (Granada, I máx=VIII).

VÍCTIMAS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
MUERTOS	1098	141	1658	1485
HERIDOS	6589	826	9937	17586
SIN HOGAR	69346	22311	74836	74836
POBLACIÓN AFECTADA	77003	23278	86401	92907

DAÑOS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
COLAPSO	1778	223	2670	2670
D_MGRAVE	12359	4130	13887	13887
D_GRAVE	38547	12806	18899	38899
D_MODERADO	71770	14239	75386	75386
D_LEVE	84103	10361	105098	105098
VIVIENDAS AFECTADA	208557	41759	235940	235940

1.4. Caso 4. Terremoto de intensidad máxima IX (EMS) con epicentro en Granada.

Suponiendo el mismo epicentro (mismas coordenadas) que en el caso anterior pero con una intensidad epicentral de grado IX (EMS), los resultados obtenidos crecen de manera significativa, tanto en el número de víctimas como el de viviendas afectadas. Hay que decir, que este caso es **muy raro** (970 años), lo que significa que tiene solo un 10% de probabilidad en 100 años. El pronóstico de víctimas y construcciones afectadas con los diferentes modelos es el siguiente:

1) SES Máximo.

Los datos resultantes así obtenidos se recogen en la tabla 4.7, destacando las siguientes cifras de víctimas y viviendas afectadas:

Población afectada			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
252.378	8.772	52.634	190.972

Viviendas afectadas					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
345.763	14.137	39.998	75.210	100.105	116.313

Tabla 4.7. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada. Simulación realizada con SES máx.

Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy Graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	IX	54	324	1138	3243	78	218	393	420	223
Cenes Vega	IX	68	409	1612	5043	195	598	1181	1421	768
Huétor Vega	IX	151	906	3094	8575	224	612	1083	1138	589
Monachil	IX	97	583	1989	5067	287	790	1371	1331	607
Zubia (La)	IX	243	1458	4817	12826	389	1034	1782	1822	911
Granada	IX	5843	35060	109038	244767	9570	24524	38959	32064	12664
Pinos Genil	IX	26	156	461	1159	49	118	187	176	91
Ogíjares	IX	96	576	2462	8502	110	359	753	974	565
Armilla	IX	225	1349	4845	13706	380	1085	1984	2142	1096
Dúdar	IX	9	52	145	292	14	33	46	34	12
Gójar	IX	72	433	1368	3502	104	266	443	432	212
Churr. Vega	IX	148	891	2749	6669	201	507	817	748	347
Huét. Santill	IX	50	302	830	1665	74	170	244	176	61
Dílar	IX	44	266	773	1510	62	151	222	151	44
Jun	IX	33	198	674	1724	41	113	194	188	87
Quéntar	IX	42	254	624	1108	67	140	178	104	30
Víznar	IX	22	131	373	742	35	84	122	85	28
Alfacar	IX	109	654	1940	4333	147	360	556	461	190
Alhendín	IX	103	620	1817	4223	145	350	541	472	214
Beas	IX	31	186	491	990	49	108	151	110	42
Güej. Sierra	IX	91	546	1443	2769	104	232	318	215	70
Maracena	IX	285	1709	5615	14331	424	1129	1908	1827	872
Otura	IX	75	447	1481	4058	132	350	609	642	333
Pulianas	IX	68	409	1384	3835	99	268	471	497	259
Las Gabias	IX	168	1010	3211	8338	266	685	1141	1118	563
Vegas Genil	IX	46	274	986	2791	69	197	361	392	200
Cúllar Vega	IX	51	309	1060	3171	79	216	386	427	247
Peligros	IX	141	849	2856	7380	212	576	992	971	460
Otros	VI-VIII	381	2273	31696	785316	531	4725	17817	49567	94528
TOTALES	VI-IX	8772	52634	190972	1161635	14137	39998	75210	100105	116313

En Granada capital, con una I=IX se alcanzarían 5.843 muertos y 35.060 heridos de distinta consideración.

2) SES mínimo

En este caso, encontramos los datos recogidos en la tabla A.17.10 del ANEXO 17.

Con este modelo, en Granada se producirían 1721 fallecidos y 10328 heridos de distinta gravedad y la población y viviendas afectadas:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
71.085	2.558	15.333	53.194

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
71.973	4.130	12.985	16.770	13.526	24.562

3) IRPINIA

Los datos resultantes se recogen en la tabla A.17.11 del ANEXO 17.

Y de forma resumida son los siguientes:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
256.593	9.521	57.131	189.941

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
418.269	15.334	40.338	72.483	116.094	174.020

Granada contaría con 6.117 víctimas mortales y 36.701 heridos (Tabla 4.18).

4) ATC.

Con este modelo, las cifras de muertes se reducen (ANEXO 17, Tabla A.17.12), disminuyendo casi en 1.921 el número de fallecidos respecto a SES máximo, y sin embargo se estiman 5.155 heridos más que en dichos modelos.

Resumiendo tenemos:

<i>Población afectada</i>			
Total	Nº de muertos	Nº de heridos	Personas sin hogar
255.612	6.851	57.789	190.972

<i>Viviendas afectadas</i>					
Total	colapsadas	Con daños muy graves	Con daños graves	Con daños moderados	Con daños leves
345.763	14.137	39.998	75.210	100.105	116.313

En la capital de Granada, las víctimas mortales serían 4.481, con 35.480 heridos de diversa gravedad (ANEXO 17, Tabla A.17.12).

En la tabla 4.8 se recogen las diferencias comparativas de los distintos modelos para el caso de un terremoto con epicentro en Granada con una Imáx de IX (EMS).

Tabla 4.8. Población y viviendas afectadas estimadas con los distintos modelos de SES para el caso 4: (Granada I= IX)

VÍCTIMAS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
MUERTOS	8772	2558	9521	6851
HERIDOS	52634	15333	57131	57789
SIN HOGAR	190972	53197	189941	190972
POBLACIÓN AFECTADA	252378	71085	256593	255612

DAÑOS	SES Máximo	SES mínimo	Irpinia	ATC
COLAPSO	14137	4130	15334	14137
D_MGRAVE	39998	12985	40338	39998
D_GRAVE	75210	16770	72483	75210
D_MODERADO	100105	13526	116094	100105
D_LEVE	116313	24562	174020	116313
VIVIENDAS AFECTADA	345763	71973	418269	345763

La estimación de la gravedad de las víctimas y sus patologías se estudiarán mas adelante.

2. Clasificación de las víctimas para terremotos tipo en Granada.

Aplicando la metodología explicada y desarrollada en el apartado 1.3.4 del capítulo 3 se han obtenido los resultados que se detallan en la tabla 4.9, donde se muestran los resultados de la estimación de las víctimas, clasificadas atendiendo a la localización de las lesiones traumáticas, para los casos de terremoto con I=VIII ó IX con epicentro en Sierra Elvira (Granada).

Tabla 4.9. Víctimas por categorías atendiendo a la localización de las lesiones, en los terremotos con epicentro en Sierra Elvira (Granada), para intensidades VIII y IX.

VÍCTIMAS POR CATEGORÍAS, ATENDIENDO A LA LOCALIZACIÓN LESIONAL TERREMOTO SIERRA ELVIRA (GRANADA) INTENSIDADES VIII y IX.								
LOCALIZACIÓN	Nº TOTAL		1ª CATEGORÍA		2ª CATEGORÍA		3ª CATEGORÍA	
	I=VIII	I=IX	I=VIII	I=IX	I=VIII	I=IX	I=VIII	I=IX
CABEZA	352	4024	13	156	49	559	290	3309
LESIÓN ESPINAL	65	745	3	29	9	103	53	613
MMSS	237	2704	9	105	33	375	195	2224
TÓRAX	196	2235	8	87	27	310	161	1838
PELVIS	103	1171	4	45	14	163	85	963
MMII	483	5514	19	214	67	765	397	4535
POLICONTUSIONADOS	429	4896	17	190	59	680	353	4026
TOTALES	1865	21289	73	826	258	2955	1534	17508

Tanto para el caso de I=VIII como de I=IX, los pacientes con traumatismos más leves, van a ser los más frecuentes, con un 82,24% del total de los heridos. Le siguen las víctimas clasificadas en la 2ª categoría con un 13,88% y por último los pacientes más graves, representan el 3,88% de los heridos. Así de las 1.865 víctimas estimadas en un terremoto de I=VIII en Sierra-Elvira, cabría esperar 73 heridos de 1ª categoría (rojo), 258

de 2ª categoría (amarillo) y 1534 heridos de 3ª categoría (verdes). Estos datos se multiplican más de 11 veces en caso de que dicho terremoto se produjera con una I=IX.

En la figura 4.1 se ha representado en un diagrama de barras las lesiones más frecuentes y su gravedad (categoría) para el caso de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira (Granada).

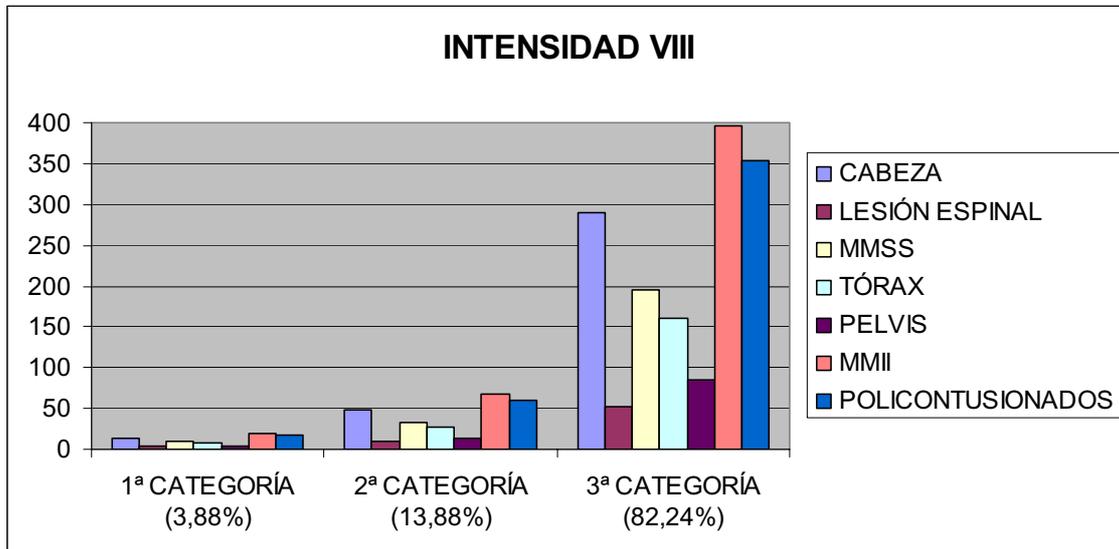


Figura 4.1. Representación gráfica de la localización lesional más frecuentes y su gravedad (categoría) para el caso de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira (Granada).

Se puede apreciar con más detalle en las siguientes figuras (Figura 4.2, 4.3 y 4.4), para cada categoría, la localización más frecuente de las lesiones que sobre las víctimas va a provocar un movimiento sísmico de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).

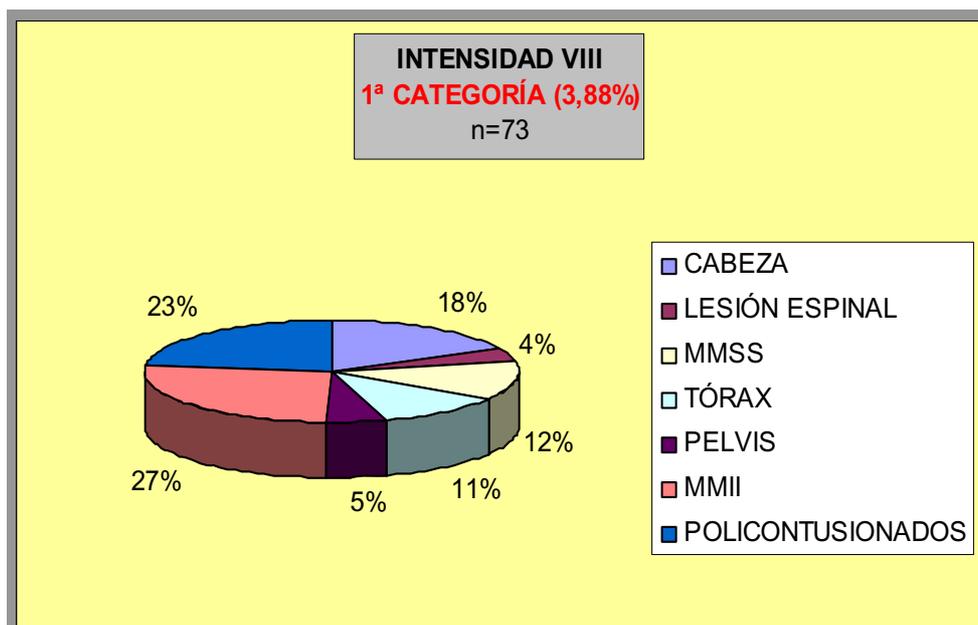


Figura 4.2. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 1ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).

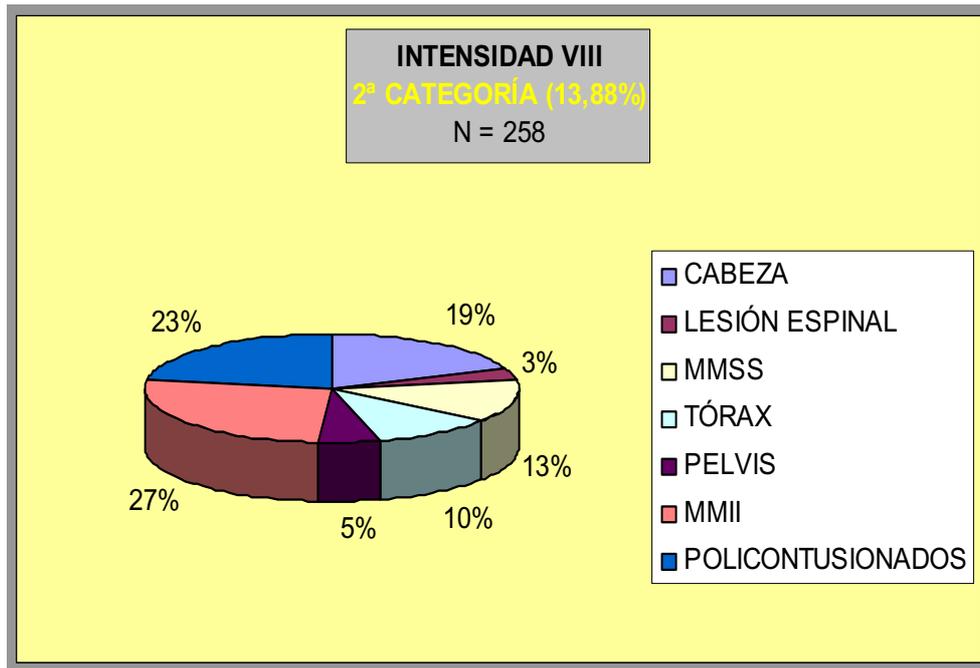


Figura 4.3. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 2ª categoría (amarillos), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).

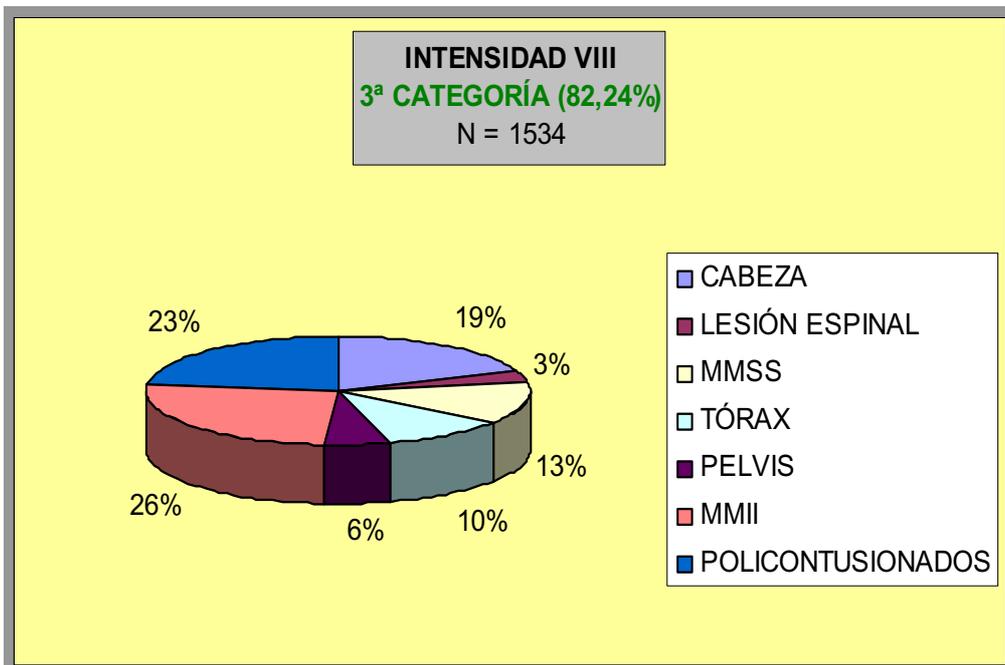


Figura 4.4. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 3ª categoría (verdes), para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).

Para el caso de que sucediera un terremoto con epicentro en Sierra Elvira (Granada) de mayor intensidad (I=IX), el patrón lesional para cada categoría se representa en el siguiente diagrama de barras (Figura 4.5)

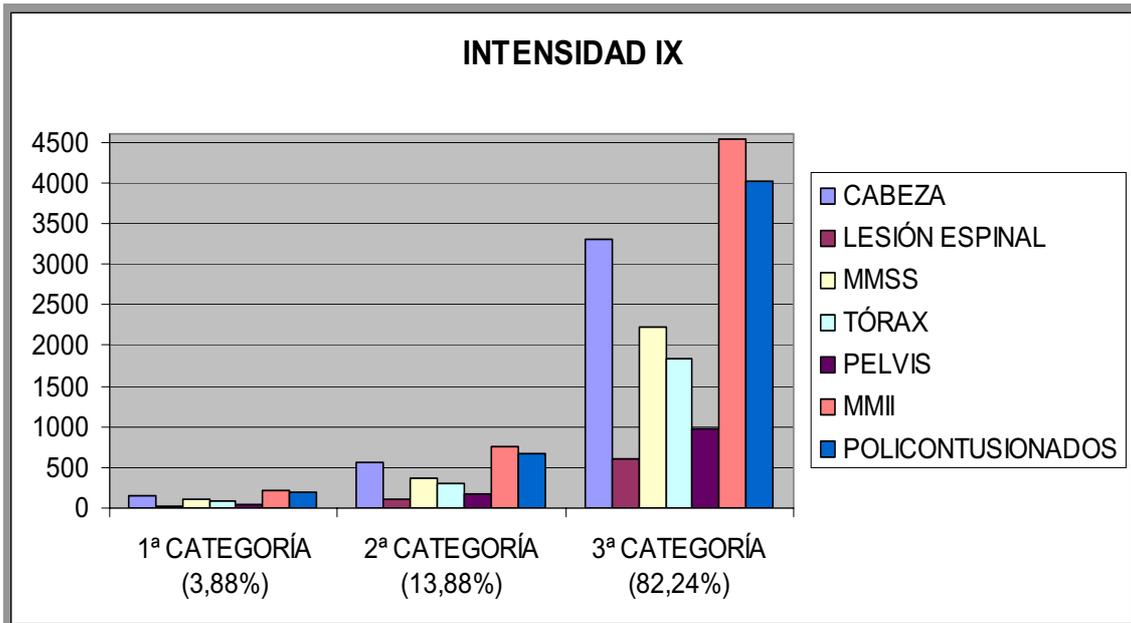


Figura 4.5. Representación gráfica de la localización lesional más frecuentes y su gravedad (categoría) para el caso de I=IX con epicentro en Sierra Elvira (Granada).

En las figuras (Figura 4.6, 4.7 y 4.8) se representan las localizaciones más frecuentes de las lesiones, atendiendo a la clasificación por categorías de las víctimas, para un terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).

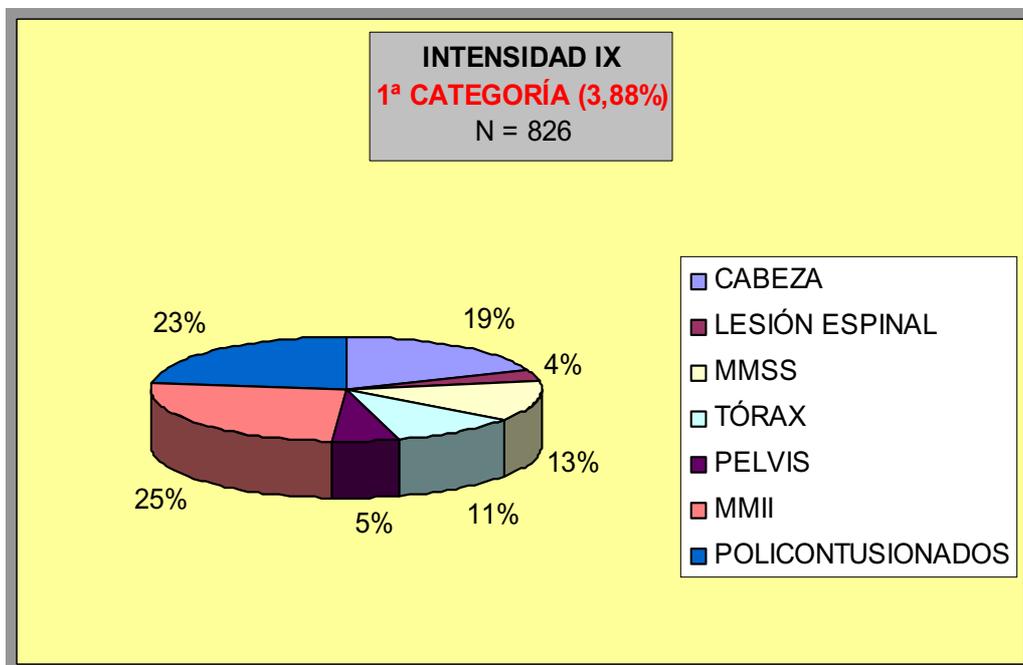


Figura 4.6. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 1ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).

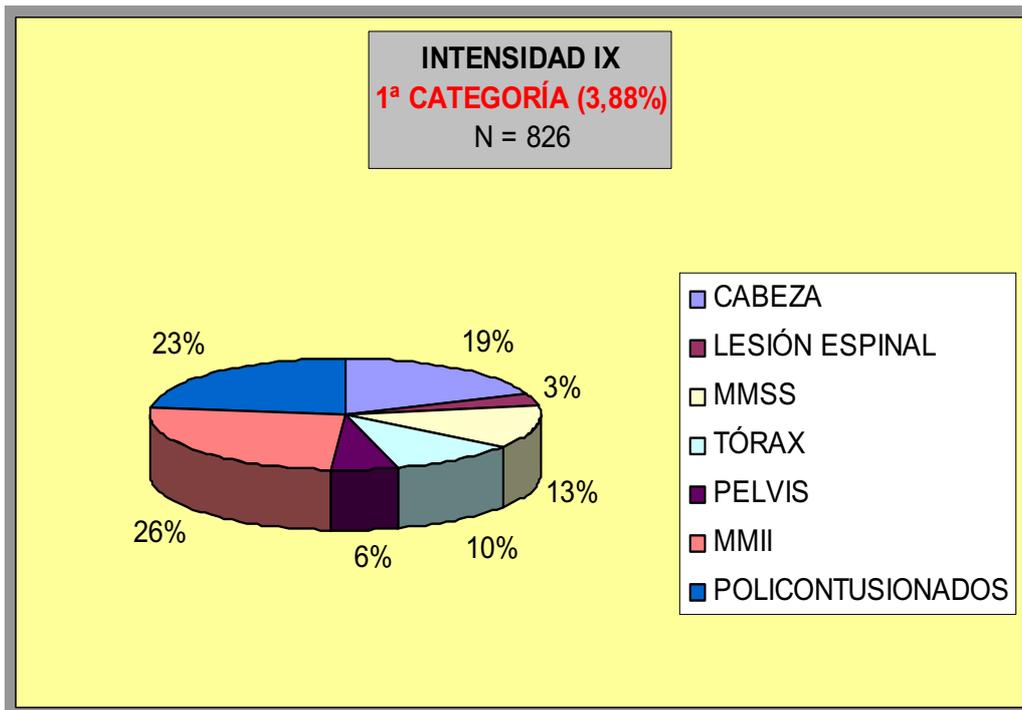


Figura 4.7. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 2ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).

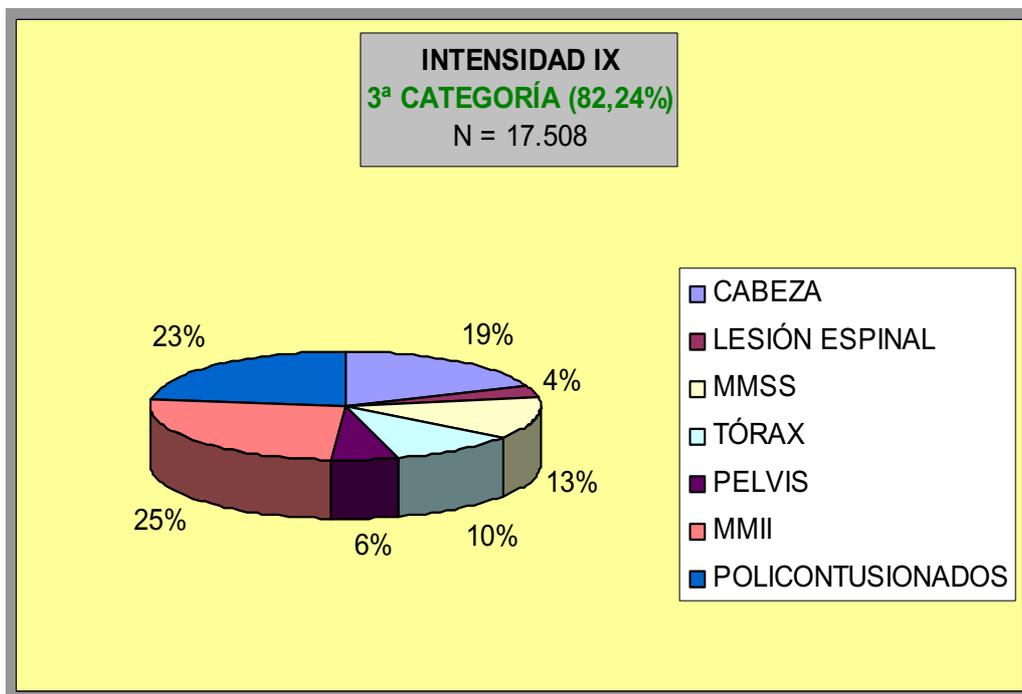


Figura 4.8. Localización más frecuente de las lesiones en pacientes de 3ª categoría (rojos), para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).

De estos resultados, se puede deducir que el hecho de aumentar la intensidad del terremoto de VIII a IX, hace que se multiplique el número de víctimas casi por 12, pasando de 1.865 heridos en el primer caso a 21.289 en el segundo. De la misma

manera se multiplican para cada categoría las lesiones que se van a encontrar en los distintos pacientes (Tabla 4.10):

Tabla 4.10. Comparación del número de pacientes clasificados por categoría, para los casos de Terremoto en Sierra Elvira (Granada) con I=VIII y de I=IX.

CATEGORÍAS	I=VIII	I=IX
1ª CATEGORÍA (Rojos)	73	826
2ª CATEGORÍA (Amarillos)	258	2955
3ª CATEGORÍA (Verdes)	1534	17508

Estos datos se encuentran representados en el siguiente gráfico (Figura 4.9) donde se aprecia como se dispara el número de víctimas al aumentar la intensidad del movimiento sísmico.

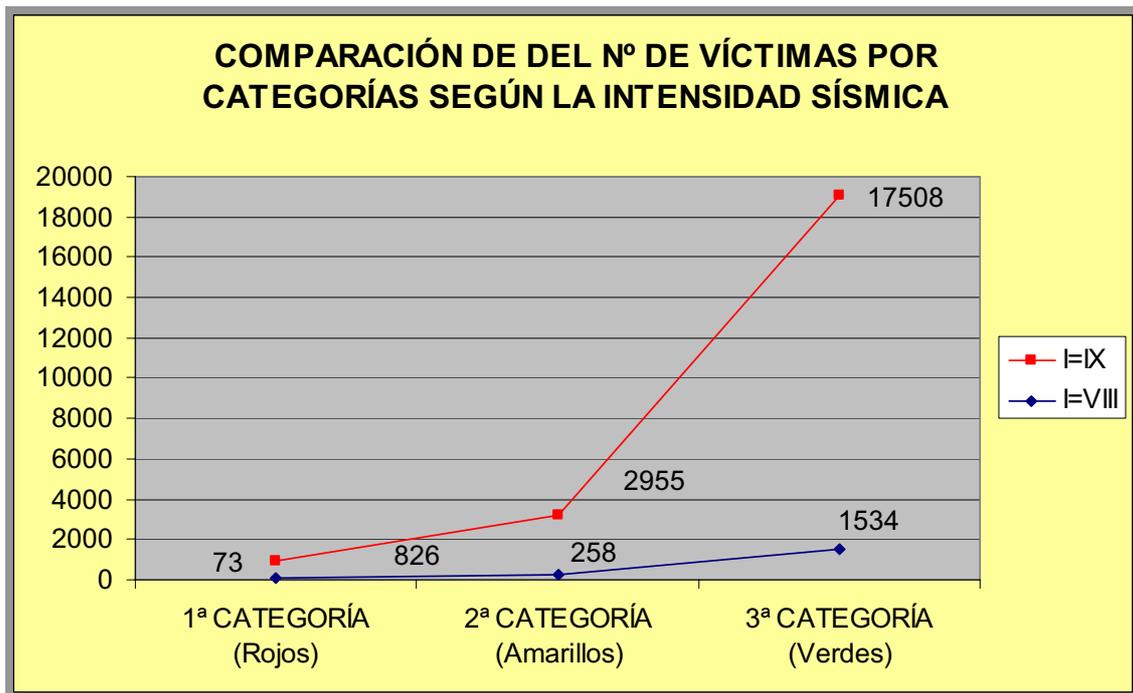


Figura 4.9. Gráfico comparativo del número de víctimas clasificadas por categorías para los casos de I=VIII e I=IX en Sierra Elvira (Granada).

Tanto en el caso de I=VIII (Figura 4.10) como en el de I=IX (Figura 4.11), se observa que los pacientes menos graves (3ª categoría) son los más numerosos, le siguen los pacientes de 2ª categoría y en tercer lugar los heridos de mayor gravedad (1ª categoría).

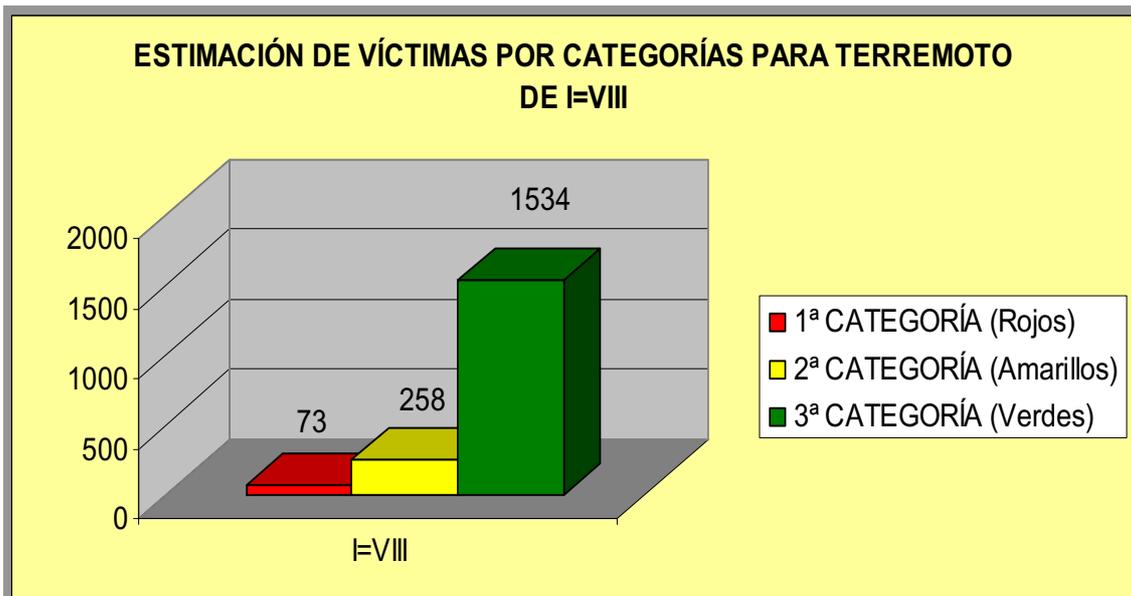


Figura 4.10. Representación gráfica de la estimación del número víctimas por categorías para el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira (Granada).

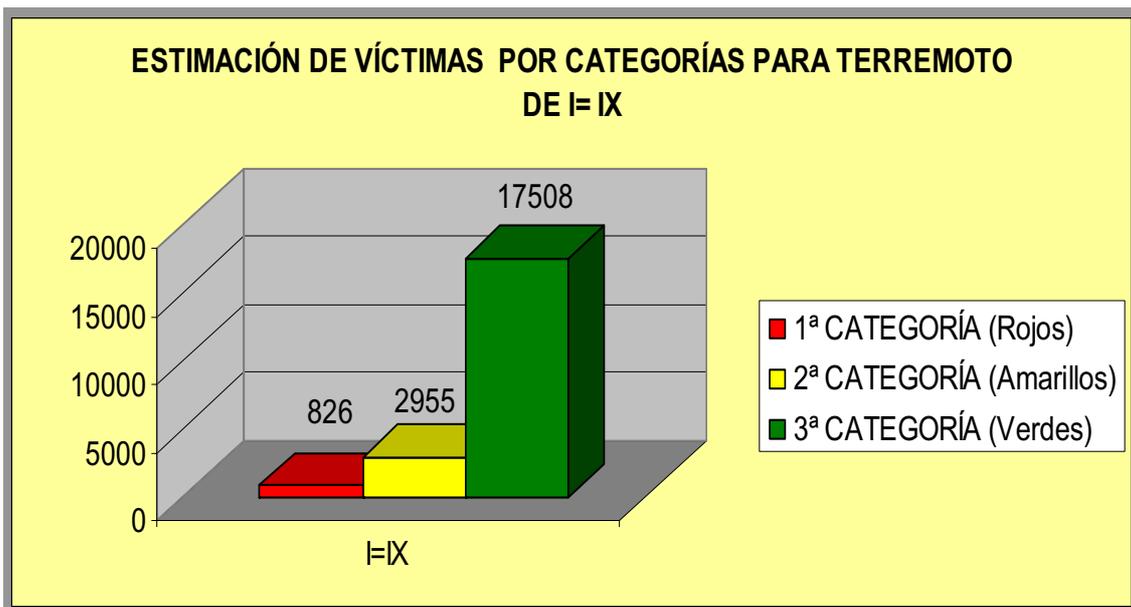


Figura 4.11. Representación gráfica de la estimación del número víctimas por categorías para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Granada).

Es importante tener en cuenta estos resultados para adecuar los medios y recursos necesarios a cada categoría y establecer una prioridad en el tratamiento y evacuación de los heridos.

En la tabla 3.16 están clasificadas las urgencias médicas a atender, en función del triage y gravedad de las víctimas, indicando la prioridad del tratamiento y cómo se debe evacuar a las víctimas.

3. Organización de la Actuación Sanitaria en caso de Terremoto.

La atención médica dentro de las actuaciones asistenciales en una catástrofe sísmica, comprende el conjunto de maniobras y tareas llevadas a cabo sobre las víctimas, con el fin de obtener su curación. Van desde la búsqueda y salvamento de los supervivientes, pasando por el tratamiento inicial de los mismos y llegan hasta la estabilización, transporte y transferencia de los heridos.

Cada día se tiene más en cuenta la cercanía y rapidez de la atención sanitaria en nuestro medio cotidiano, pero en situaciones de catástrofe o donde la cantidad de víctimas a atender pueden desbordar los recursos sanitarios existentes, una organización estructurada y el acercamiento de los mismos, pueden redundar positivamente en la calidad de la atención y en la mejora de la supervivencia.

Como hemos visto en las simulaciones de escenarios sísmicos en el área metropolitana de Granada (apartado 1 de este capítulo), las cifras de víctimas son lo suficientemente elevadas como para romper la organización y el equilibrio entre necesidades y medios de los servicios sanitarios de la ciudad. La organización de la atención médica, se dirige a coordinar y controlar el escenario del suceso, preparando los espacios asistenciales, así como los lugares de evacuación de los medios móviles que van a apoyar las tareas sanitarias.

Cuando la catástrofe sísmica requiera el concurso del **Sistema Sanitario Público** en el caso de terremoto destructor (I=VIII, o IX), el **CECOP** comunicará el aviso a la **Delegación Provincial de Salud**. La difusión de esta situación en el **Sistema Sanitario** la decidirá la **Delegación Provincial de Salud** por medio del **CCU del 061**, como coordinador de las emergencias sanitarias.

Tanto la **EPES** como el **Distrito Sanitario de Granada** juegan un papel fundamental en la organización de la atención médica extrahospitalaria en la zona de la catástrofe sísmica, siendo el **CCU de la EPES/061** el encargado de coordinar las emergencias en dicha zona y alertar al resto de los integrantes del Grupo Sanitario para poner en marcha sus propios planes de emergencia (Figura 4.12).

Entre los Planes de Emergencia de los integrantes del Grupo Sanitario mencionados en el esquema anterior que han de activarse en el caso de terremoto destructor (I=VIII, o IX), destacan:

1. **El 061** de Granada cuenta con el *Plan de Emergencia Interior de la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias del Servicio Provincial de Granada*. Grupo Regional de Catástrofes. (Versión 12, 3 Noviembre 2005).
2. *Plan de Emergencias Colectivas Externas del Área Hospitalaria Granada Sur. Hospital Universitario San Cecilio*, Mayo 2004.
3. *Plan de Emergencias Externas del Área Hospitalaria Granada Norte. Complejo Hospitalario Virgen de las Nieves*. Versión 61, 2004.

Estos 3 planes están desarrollados siguiendo la directriz marcada por el PTEAnd, con objetivos y ámbitos de planificación conocidos y estructurados, por lo que se remite al lector interesado a dichos manuales.

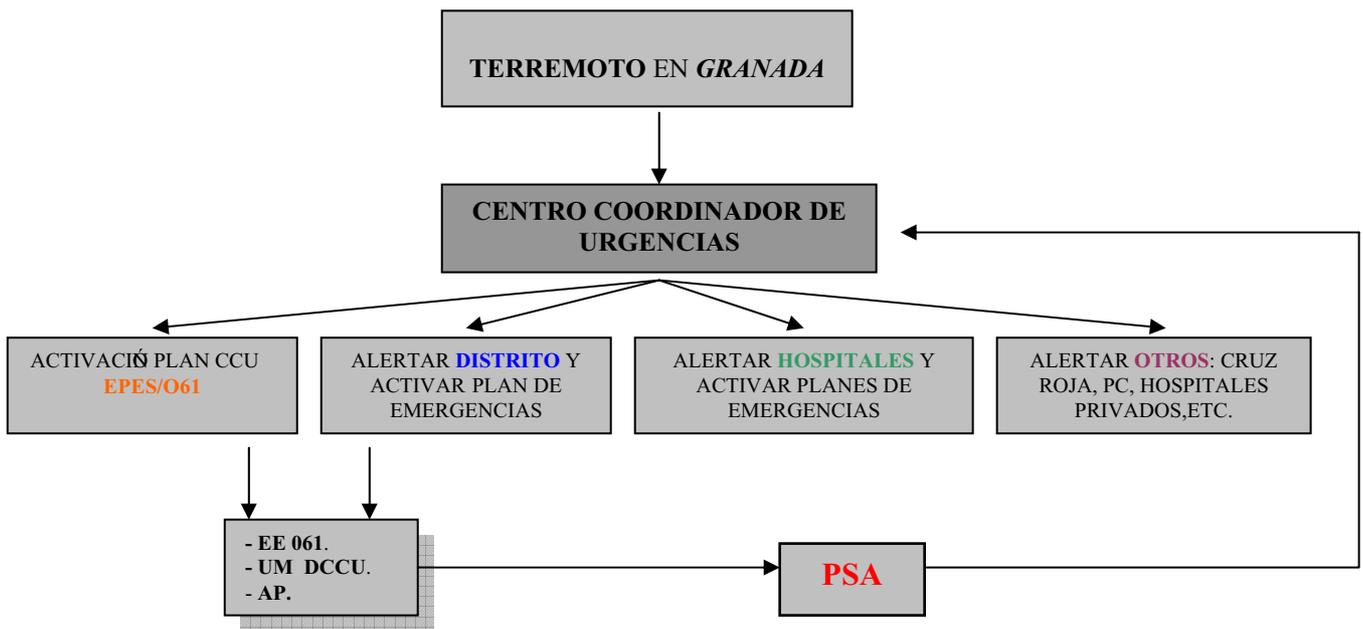


Figura 4.12. Esquema de la activación del Grupo Sanitario para la asistencia sanitaria inmediata tras un terremoto en la provincia de Granada.

Hasta el momento actual, no se ha desarrollado un *Plan de Catástrofes y Emergencias Colectivas Externas del Distrito Sanitario de Granada*. Por este motivo, se recomienda tener como base en caso de catástrofe sísmica, el esquema de organización que recoge el Plan de Catástrofes y Emergencias Colectivas Externas del Distrito Sanitario de Jaén (Mayo, 2004), que por tratarse de otra provincia andaluza de características parecidas a las de Granada, se ha tomado como modelo. Dicho Plan ha sido realizado basándose en el Plan de Catástrofes de Andalucía (1993). En el ANEXO 12 se recoge un listado de los recursos mínimos recomendables a mantener en los puntos de atención a las urgencias de Atención Primaria (DCCU de Granada).

3.1. Escalonamiento de la organización sanitaria.

La organización sanitaria se ha de establecer de una manera escalonada, desde la asistencia inicial de las víctimas del terremoto en los PSA, hasta su evacuación hospitalaria y tratamiento definitivo, con los recursos personales y materiales que exige cada escalón asistencial.

Este modelo de organización está basado en la Sanidad Militar, porque debido a su gran experiencia es una buena referencia a tener en cuenta a la hora de prestar atención médico-quirúrgica urgente en situaciones de crisis. Su organización sanitaria de forma “*escalonada*”, nos sirve de base para desarrollar de manera adecuada el despliegue de medios y recursos ante una catástrofe sísmica en Granada.

Se entiende por *escalonamiento sanitario*, la distribución de medios y cometidos sanitarios, a fin de asignar los recursos más elementales a los órganos que despliegan inicialmente y los más complejos y con mayores capacidades en los puntos más

retrasados. El *Escalón Sanitario* presta apoyo sanitario a una Unidad u organización operativa.

Hemos considerado cuatro escalones:

1. *Primer escalón*. Presta asistencia inmediata a las víctimas y despliega con las unidades sobre el terreno; realiza clasificación, soporte vital avanzado y controla el movimiento de los lesionados hacia otros puntos de atención.
2. *Segundo escalón*. Aglutina los recursos fijos y móviles que proporcionan evacuación y asistencia en reanimación, rescate, estabilización y transporte asistido. Organizan las áreas de clasificación.
3. *Tercer escalón*. Confiere la capacidad de apoyo quirúrgico avanzado sobre el terreno, así como la capacidad de soporte vital avanzado traumatológico, triage y clasificación en presencia de múltiples víctimas. Apoya y coordina al segundo escalón. Lo constituyen *los Escalones Médicos Avanzados* (EMATs) y *los Hospitales de Campaña* (HOC).
4. *Cuarto escalón*. Presta el apoyo sanitario más completo. Apoya y coordina al resto de las formaciones. Lo constituye el conjunto de formaciones hospitalarias del territorio nacional.

El Ejército Español, posee capacidad para instalar quirófanos móviles en un tiempo aproximado de 6 horas. Dispone además de 3 EMAT (Escalones Médicos Avanzados Terrestres) en Madrid, Zaragoza y Valencia y 1 Aérea.

Si la catástrofe sísmica, no pudiera ser asumida ni por nuestra Provincia ni por la Comunidad, estaríamos hablando de una catástrofe de interés nacional (ver PTEAnd, en el capítulo 3). Tal caso sería, el que se produciría si un terremoto de I=IX afectara Granada, caso poco probable, pero no imposible. En este supuesto, la provincia contaría con un total de 8.772 víctimas mortales y 52.634 heridos, de los que 35.060 estarían en Granada capital. Estas cifras desorbitadas necesitarían entre otros, el apoyo militar sanitario para resolver dicha crisis. Por la complejidad de este escenario y por ser un caso poco probable, no se ha desarrollado como tal en el Plan de actuación, aunque se irán dando algunas indicaciones para tal caso.

En este plan, se propone establecer la organización sanitaria de forma escalonada, atendiendo a la demanda asistencial creada en un momento determinado, pasando de un escalón a otro inmediatamente superior, dependiendo del número de víctimas que se produzcan, así como de los medios y recursos disponibles.

La evacuación y tratamiento de las víctimas, no debe seguir necesariamente todos y cada uno de los escalones. Además, los medios de cada escalón podrán articularse atendiendo al principio de flexibilidad.

Dicha estructura de organización, desarrollada en este estudio para catástrofes sísmicas en Granada, según la intensidad del terremoto, puede hacerse extensible a catástrofes de otra etiología, por su carácter general de activación modular.

3.2. Gestión de crisis.

Los resultados del estudio de los escenarios sísmicos que se han planteado en este trabajo (capítulo 3), como consecuencia de una catástrofe sísmica en Granada, medido en daños sobre personas y estructuras, nos orienta sobre la capacidad de nuestros servicios sanitarios para hacer frente a la crisis desencadenada. Su análisis ha permitido reforzar los esfuerzos organizativos y preparatorios con los que encajar estas situaciones complejas.

El objetivo ha sido orientar los esfuerzos de gestión, técnicos y logísticos para modificar los resultados finales en beneficio de los afectados.

Para ello, es necesario un desarrollo coordinado de las tareas de cada una de las unidades intervinientes, de forma que las víctimas puedan ser asistidas de manera eficiente, ejecutando cada colectivo las tareas de su competencia y en los espacios que aseguren el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.

Las características de una correcta gestión de crisis según nuestro análisis son los siguientes:

1. El empeño que fundamenta todas las intervenciones de emergencia es absorber la desorganización que define una catástrofe.
2. La reorganización de la zona está en relación directa a la capacidad de despliegue de estructuras de carácter eventual.
3. La gestión de crisis exige una planificación previa de los procedimientos generales con los que hacer frente a las catástrofes en general.
4. Cualquier esfuerzo de planificación será estéril si no se acompaña de ejercicios combinados en los que participen todos los elementos dados a intervenir en circunstancias reales.
5. Para que los ejercicios combinados sean efectivos deberán ser analizados con ánimo positivo y la voluntad de imponer las recomendaciones extraídas en plazos concretos.
6. Todas las catástrofes terminan en el Hospital, cuantos más centros participen mejor resultado asistencial obtendremos.
7. El triage será siempre rápido, imprescindiblemente sencillo, orientado al conjunto de víctimas y basados en criterios de supervivencia mediata e inmediata hasta el hospital, que en caso se determine como adecuado y que no tiene que ser el más próximo.
8. El entrenamiento permanente a nivel de directivos y personal de intervención es la única respuesta coherente a las situaciones de catástrofe.
9. Para resolver de la mejor manera posible una catástrofe se precisan tres elementos concluyentes: "gente organizada", elementos de despliegue en la zona y logística adecuada al problema.

Por tanto, se ha adecuado la gestión de crisis en base a los siguientes puntos:

- Seguridad en la intervención.

- Situarse cada colectivo en un área de trabajo diferente.
- Impedir la acumulación de recursos móviles.
- Desplegar estructuras eventuales.
- Controlar las evacuaciones.

Los *CECOP* y *CECOPAL*, como ya se ha comentado, se definen como lugar donde se recibe la información y donde se determinan, dirigen y coordinan las acciones a ejecutar.

El **Centro Coordinador de Urgencias (CCU)** es el órgano sobre el que recae la dirección y coordinación de las operaciones sanitarias contempladas en el Plan de Actuación Sanitaria ante una Emergencia Sísmica en Granada, así como la *activación y desactivación del Plan*.

La Empresa Pública de Emergencias Sanitarias (EPES), prestadora del Servicio 061, dispone del Centro Coordinador de Urgencias (CCU) provincial de Granada (y en cada una de las siete restantes provincias de la Comunidad Autónoma Andaluza), que funciona de manera ininterrumpida y permanente, apoyando las funciones del CECOP en materia sanitaria durante la emergencia, especialmente en cuanto a la Coordinación de Actuaciones Sanitarias y centralización de información. En los lugares de la emergencia (Áreas de Socorro), la EPES establecerá Puestos Sanitarios Avanzados (PSA).

El CCU se constituirá en *Centro Coordinador Operativo Regional* a instancias y cuando en él se integre la Dirección Regional del Plan. En caso de activación Regional, todos los CCU deberán transmitir a dicho centro toda la información referente a la situación de emergencia. (Plan de Emergencias Interior de la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias, 2005).

Los CCU en situaciones de emergencia sísmica, se estructuran conforme al PTEAnd en las siguientes áreas:

- Dirección e Información.
- Operaciones.
- Técnica.
- Zonas de servicios, infraestructura y apoyos.

Área de Dirección e Información. Es el lugar donde se constituye el gabinete de crisis. Es donde se reúne la Dirección del Plan con sus asesores y el gabinete de Información y relaciones institucionales (único portavoz de la Dirección del Plan), ubicado en las dependencias del Servicio Provincial de Granada en el CMAT, en la Avenida de las Ciencias de la Salud, Parque Tecnológico de la Salud.

Área de Operaciones-Comunicaciones. Es el centro neurálgico donde se desarrolla la gestión de la Emergencia, garantizando las comunicaciones entre la Dirección del Plan, los efectivos propios intervinientes y otros elementos implicados en la emergencia, así como la aplicación de procedimientos de despacho, control, y coordinación habituales. Además dispone información referida a Directorio, Catálogo

de Medios y Recursos, Planes de Actuación, información geográfica, información técnica específica, etc. y se ubica también en el Servicio Provincial de Granada en el CMAT, en la Avenida de las Ciencias de la Salud, Parque Tecnológico de la Salud.

Área de Planificación-Gabinete Técnico. En la Sala de Coordinación del Servicio Provincial de Granada en el CMAT (Tel. 958-002200). Dicha sala ubica el personal técnico que desarrolla funciones de:

- *Clasificación y proceso de información.* Se determinará qué información divulgar, cuándo, a través de qué medios y a quién va dirigida la información.
- *Elaboración de informe.* Se darán solo noticias contrastadas, evitando rumores, contradicciones e imprecisiones. La información a la población, familiares, autoridades y a los medios de comunicación se canalizará a través de los Centros Coordinadores de Emergencias de Protección Civil.
- *Propuesta y análisis.* Consignando relación de víctimas, pacientes asistidos, pacientes evacuados (por Centros) y un informe final.
- *Comunicados.* Se dará información directa mediante comunicados, al Gabinete de Prensa de la Delegación de Salud, al Delegado de Salud, a sede central de la EPES y a CECEM de Protección Civil.
- *Apoyo técnico informático y a las comunicaciones.* Megafonía fija ó móvil, Comunicaciones alámbricas, Comunicaciones inalámbricas, Agenda y material de oficina.

Zona de Servicios. Dispone de elementos para cubrir las necesidades básicas del personal del CECOP (aseos, descanso, avituallamiento, etc.)

Zonas de Infraestructura y Apoyo. Instalaciones necesarias para el funcionamiento y seguridad del CECOP.

Además de estas áreas encuadradas físicamente en el CECOP, el **Puesto de Mando Avanzado (PMA)** es una extensión del CECOP en el lugar de la emergencia, siendo la conexión entre la zona siniestrada y la Dirección del Plan.

Confirmada la ocurrencia de un terremoto cuyos parámetros (magnitud, localización epicentral, profundidad) sean susceptibles de tener una I_{max} teórica susceptible de activar el Plan de Emergencia Sísmica ($I_{max} \geq VII$), Protección Civil procederá a comunicar la emergencia sísmica (a través del CECEM) al Director del Plan y al CCU provincial que activará el Plan y éste comunicará dicha emergencia sísmica y su nivel al Director del Plan, al responsable del Grupo Sanitario (Delegación de Salud), a los diversos Hospitales, a los Servicios de Urgencias, a las Empresas de Ambulancias concertadas y otros recursos necesarios mediante protocolo específico.

El CCU estará enlazado permanentemente con el CECEM, así como con las distintas salas de coordinación de los cuerpos y grupos intervinientes.

Para que la Coordinación Sanitaria sea realizada eficazmente por el CCU, el resto de los integrantes del Grupo Sanitario debe mantener una estrecha comunicación y coordinación en todo momento con el Centro Coordinador.

3.3. Procesos en el lugar.

Las normas mínimas de organización y coordinación que deben establecerse en el lugar del desastre, a fin de evitar la confusión, que ocasionaría el deterioro de la asistencia. Las normas mínimas que deben existir son:

- 1) *Establecimiento de un Puesto de Mando*, que coordine las actividades de emergencia, velando por el buen uso de los recursos disponibles y evitando conflicto de roles.
- 2) *Rápida evaluación de la magnitud del desastre y del número de víctimas*, su localización y necesidades urgentes. Esto se hará con SES 2002. determinada el área de impacto y cuantificadas los daños y víctimas (y su distribución) se adecuará la respuesta sanitaria a dichas características concretas, considerando los casos tipo aquí tratados con I_{max} VII, VIII o IX. En el caso que no se conozcan estos cálculos, se supondrán los casos tipo aquí estimados en función del rango de magnitudes consideradas.
- 3) *Selección del área o zonas que servirán como primer nivel de clasificación e identificación de los heridos antes del traslado a los centros de asistencia*. En primer lugar se utilizarán los ya preestablecidos para los diferentes casos. Estos se detallan a continuación. Si la magnitud de la catástrofe lo justifica, se deberá elegir en el lugar del desastre uno o varios espacios adicionales que funcionen como segundo nivel de clasificación de heridos.
- 4) *Administración de primeros auxilios a los heridos*, tales como inmovilización, mantenimiento de la vía aérea, control de hemorragias, sueroterapia, analgesia, etc. la administración de primeros auxilios debe observar los criterios de prioridad otorgados en el área del triage, ya comentados en el capítulo 3.
- 5) *Establecimiento de las vías de comunicación con los hospitales de referencia*, comarcales, regionales e internacionales en caso necesario, a fin de dar la “voz de alarma” para que los establecimientos hospitalarios activen y pongan en ejecución sus respectivos planes de emergencia para la atención de los heridos en masa.

Una vez que los hospitales y centros asistenciales hayan tomado conocimiento de la catástrofe y activado su propio plan para situaciones de emergencia, movilizarán sus recursos para la atención *in situ*, según lo preestablecido por la Dirección del Plan y a instancias de éste. Según la magnitud del desastre, trasladarán los equipos médicos o enviarán equipos de rescate y salvamento con entrenamiento en soporte vital avanzado al traumatizado.

Es importante recordar que la doctrina asistencial delimita los escenarios en *zona de salvamento* (servicios de búsqueda, salvamento y rescate) y *zona de socorro* (servicios de asistencia sanitaria). La incertidumbre, el envío inmediato de recursos, la posibilidad de nuevas réplicas del terremoto, y la enorme presión escénica pueden provocar la irrupción descontrolada de personal de socorro en las zonas de

salvamento, dejando descubiertas las zonas (área de socorro) en las que controlar, clasificar y distribuir las víctimas por criterios de gravedad.

A continuación trasladamos estos pasos a nuestros escenarios sísmicos, donde vamos a desarrollar, la organización de la atención médica , adecuándola a nuestros recursos (ANEXO 15) y según los resultados de la estimación de las víctimas realizada en el primer apartado de este capítulo, para los terremotos que nos ocupan. Los puntos que se detallan son: Clasificación y atención médica urgente; Despliegue de PSA, Unidades de Estabilización Prehospitalaria (UEP) y Unidades de Rescate Quirúrgico (URQ); Norias de Evacuación y Medios de Transporte.

3.3.1. Clasificación bipolar mantenida.

Las víctimas resultantes de una catástrofe masiva como la que aquí se plantea, se clasifican espontáneamente en los que caminan y los que han quedado sobre el terreno. La cinética de las víctimas que caminan (la mayoría) tiende a abandonar la zona de peligro buscando espacios seguros en las que se les socorra. Los caminantes en un área metropolitana como la que nos ocupa, tienen muchas posibilidades de sobrevivir, pueden ser asistidos en un plazo más largo y en establecimientos menos próximos.

En los primeros momentos de la catástrofe hay que realizar en el área o bases de salvamento una **clasificación bipolar mantenida** (Figura 4.13), con gestos salvadores (20 segundos), hasta los centros de evacuación (ver tipos de triage en el apartado 1.3.5 del capítulo 3.). Se trata de criterios binarios de alta rentabilidad, que pueden ser mantenidos de forma sencilla en la aplicación de medidas terapéuticas concretas y/o de transporte inmediato. Además, permite ser realizado por personal no sanitario como son los servicios de salvamento, que desempeñan sus funciones en éste área.

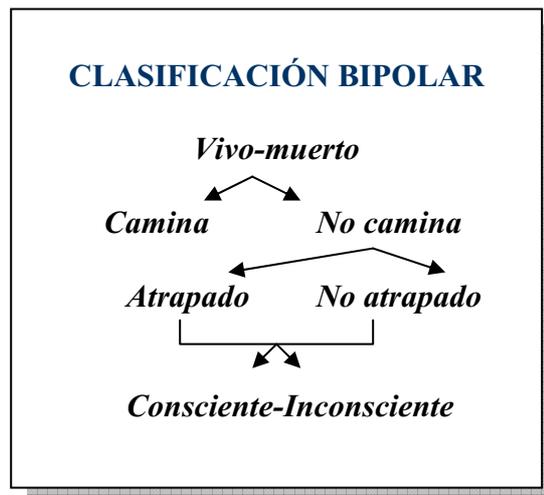


Figura 4.13. Clasificación bipolar mantenida.

No olvidar que se trata de una clasificación rudimentaria, es decir, es un procedimiento rápido y excepcional que se usa en situaciones límite. Establecemos esta

sencilla clasificación para orientar a los equipos de rescate en sus operaciones de salvamento. En esta línea de sencillez, se propone clasificar en tres categorías: **atrapados, caminantes y no caminantes.**

La identificación de los **caminantes**, su concentración en un punto concreto y su retirada inmediata del punto de crisis, clarificará el área de salvamento y permite la concentración de los equipos de emergencia en las víctimas más graves.

Cuando se tenga conocimiento del método **SHORT**, descrito en el capítulo 3, se empleará éste por los equipos especializados (y voluntarios) en las tareas de rescate.

Si la víctima camina, de entrada se supone que mantiene sus constantes vitales y que su capacidad ventilatoria y hemodinámica está conservada. No deben ser utilizadas las ambulancias en estos pacientes, a menos que sean suficientes, pero deben estar acompañados por personal sanitario. No serán conducidos a hospitales susceptibles de ser receptores de otras víctimas más graves, para evitar el colapso de los Servicios de Urgencias de dichos hospitales. Hay que utilizar Centros de Salud o Clínicas previamente planificadas para este tipo de eventos.

También se puede mantener un sistema binario entre los pacientes críticos en dos situaciones muy concretas (consciente-inconsciente) y en el mismo escenario del caso anterior si pretendemos poner un equipo a asegurar la vía aérea.

El triage clásico (START) descrito en el capítulo 4 y el novedoso JumpStart, se aplicarán por los equipos médicos en el área de socorro, (no en la de salvamento), pues se necesitan unos conocimientos más especializados en el tema.

3.3.2. Atención médica urgente de las víctimas.

Se realizará una atención inicial de las víctimas como se ha expuesto en el apartado 2 del capítulo 3, aplicando los mínimos asistenciales necesarios en los pacientes de alto riesgo y en los que se encuentren en situaciones especiales como los atrapados. El personal sanitario debe estar bien entrenado en el manejo del paciente crítico y saber aplicar medidas de SVB y SVA a las víctimas, teniendo presentes los criterios de gravedad para triar correctamente a los heridos. Todo paciente con una calificación inferior o igual a 11 en la Escala Revisada de Trauma (RTS) debe recibir atención avanzada.

Una decisión rápida, consiste en aplicar analgesia- sedación a todas las víctimas conscientes que permanezcan atrapadas y cuya liberación se efectuará en un segundo tiempo por razones de complejidad. En caso de requerir amputación para liberar a una víctima atrapada, la Escala Mess (Tabla 3.10) ayuda a tomar la decisión necesaria.

3.4. Elementos desplegados en la zona.

3.4.1 Puesto Sanitario Avanzado (PSA o PMDA).

Características.

Estará constituido por un elemento móvil, habitualmente una tienda de campaña de un mínimo de 24 metros cuadrados. Será de despliegue inmediato,

neumáticas o de arco preinstalado. Ha de ser impermeable, provista de suelo aislante y disponer de energía autónoma que le permita una iluminación suficiente y eventualmente acondicionamiento térmico.

Contenidos.

Dispondrá de recursos asistenciales y logísticos debidamente almacenados en contenedores de plástico transparente, impermeabilizados y manejables por un máximo de dos personas sin apoyo mecánico. Las cantidades serán variables pero se admite generalmente que deben estar adaptados a la atención de 50 víctimas, de las cuales 10 críticas, 20 graves y 20 leves. En la tabla 4.11 se muestran los contenidos asistenciales y logísticos que debe tener un PSA.

Tabla 4.11. Contenidos que deben existir en un PSA.

Contenidos asistenciales	Contenidos logísticos
Soporte ventilatorio*	Balizamientos
Fluidoterapia y medicación	Megafonía
Inmovilización	Energía
Vendajes	Iluminación
Control y registros	Agua y mobiliario básico

**De forma general, dentro del soporte ventilatorio se debe incluir: Equipos de aislamiento de la vía aérea, oxígeno, ventiladores portátiles (mínimo 4 unidades), ventiladores manuales tipo balón autohinchable (mínimo 10 unidades).*

Ubicación del PSA.

El Puesto Sanitario Avanzado es una entidad funcional que integra diferentes elementos que desplegarán en cada caso lo más próximo posible al área de salvamento que su funcionalidad le permita. Se despliega siempre en área segura, próximo a las rutas de evacuación que se utilizarán y procurando espacios suficientes para el propio despliegue y el tráfico fluido de vehículos de transporte y apoyo.

Las consideraciones generales a tener en cuenta para realizar una buena ubicación del PSA son:

1. Hacer el despliegue consume tiempo.
2. Empezar la asistencia sin haber desarrollado el despliegue es un grave y frecuente error, propio de personal poco entrenado.
3. Desplegar a distancia razonable del Área de Salvamento.
4. La organización y el despliegue para que sean efectivos se tienen que ver.
5. Si el PSA es visible, “atrae” y facilita que las víctimas sean llevadas allí, (ahorro esfuerzos).
6. El movimiento de víctimas desde el área de salvamento hasta el de socorro (primera noria) es responsabilidad de los servicios de rescate.

3.4.2. Ubicación de los PSA en el caso de *terremoto de I=VIII con epicentro en SIERRA ELVIRA.*

Es el caso hipotéticamente más probable, de los escenarios sísmicos dañinos planteados en este trabajo, por lo que centramos la atención principalmente en este sismo. Se han estimado con el SES 2002 (SES máx), 313 víctimas mortales y 1865 heridos de distinta consideración. Las patologías de las víctimas serán analizadas en el apartado siguiente.

Las localidades más afectadas (Figura 4.14) son Pinos Puente (403 heridos), Santa Fe (257 heridos) y Maracena (226), como queda reflejado en la tabla 4.1.

Un PSA tiene una capacidad máxima de atención de 50 víctimas, las cuales, después de recibir la asistencia necesaria deben ser derivados a otro escalón sanitario, no permanecen allí. Debe ser una asistencia dinámica y fluida para poder seguir atendiendo al resto de pacientes que van llegando. Pueden asistir de 300 a 400 personas al día. Cada PSA debe tener como mínimo: un Jefe de PSA, 2 médicos, de 4 a 6 enfermeros/as, personal de clasificación y un equipo de camilleros.

Los PSA se localizarán en los puntos donde haya mayor número de heridos. Atendiendo a las características de las comunicaciones por carretera, férreas y espacios para helipuertos se han elegido las zonas que creemos más idóneas para ubicar áreas de socorro que son las siguientes y que se reflejan en la figura 4.15.



Figura 4.14. Mapa de Granada. En él se pueden apreciar entre otras, las localidades más afectadas por el terremoto con I=VIII (Pinos Puente, Atarfe, Fuente Vaqueros, Santa Fé, Albolote, Maracena y Peligros).

1. Pinos Puente. Campo de fútbol. Donde debe existir una dotación doble, ya que tiene que atender 403 víctimas.
2. Atarfe. Campo de fútbol o Plaza de Toros.
3. Santa Fé. Campo de fútbol.
4. Maracena. Campo de fútbol.
5. Albolote. Campo de fútbol.

El resto de los heridos de las localidades afectadas acudirán a su Centro de Salud o Consultorio Médico.

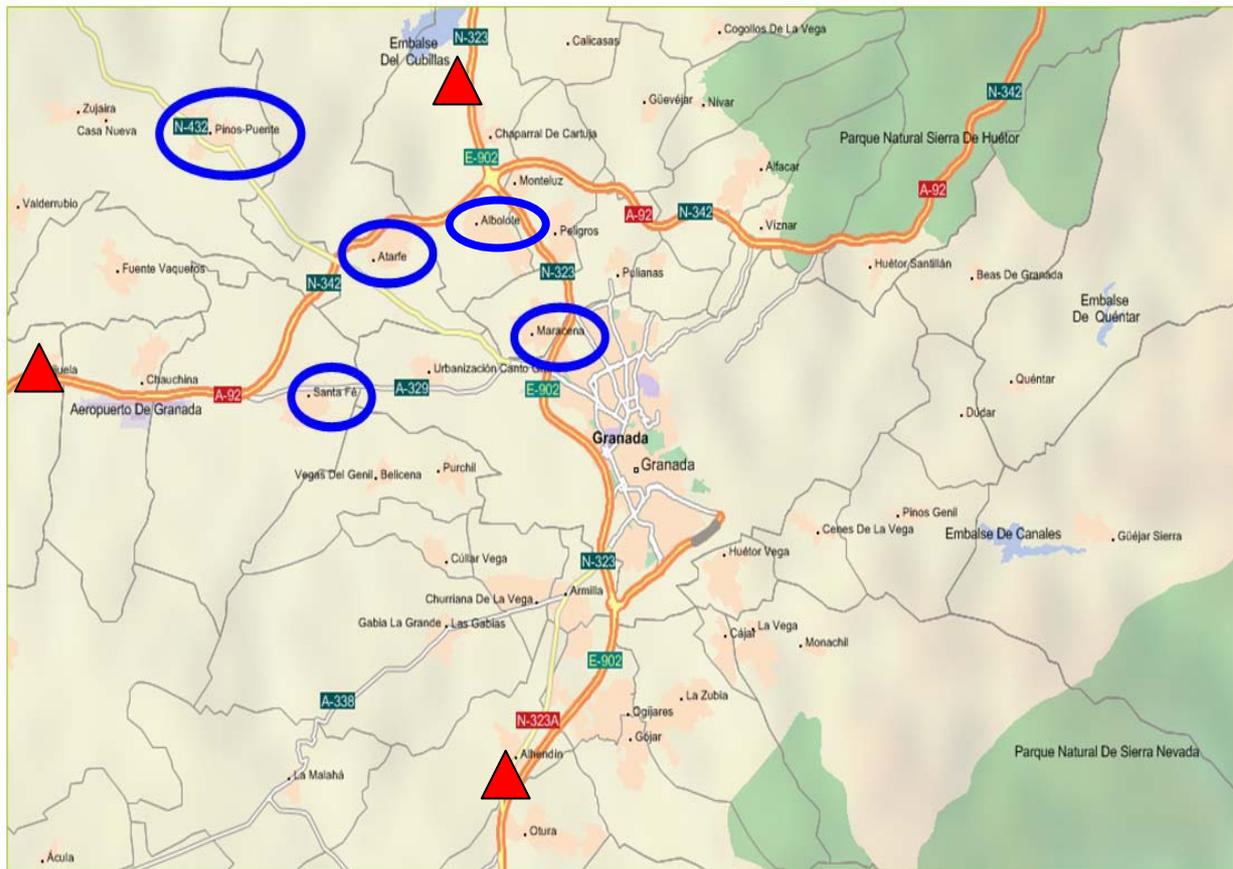


Figura 4.15. Localización de los PSA en caso de Terremoto en Sierra Elvira (I=VIII). Señaladas con un círculo azul se encuentran los 5 municipios donde se han ubicado los PMDA (Pinos Puente, Atarfe, Santa Fé, Maracena y Albolote).

En cuanto a las **Áreas Base**, se han elegido las mismas que en el estudio de Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar (1990); que son:

- 1ª) Cruce de la Moraleda. N-342, P.K. 464.
- 2ª) Pantano de Cubillas. N-323, P.K. 116./Cruce de Iznallor. N-323, P.K. 97.
- 3ª) Suspiro del Moro. N-323, P.K. 146.

Estas tres zonas cubren las comunicaciones por donde habría de llegar el mayor aporte de material de socorro, tanto sanitario como de cualquier otro tipo (en la figura 4.15 están señaladas por un triángulo rojo).

3.4.3 Unidad de Estabilización Prehospitalaria (UEP).

Se trata de un área asistencial (apartado 2.4.1 del capítulo 3) con capacidad para proporcionar soporte vital avanzado y estabilización de las funciones vitales antes de la evacuación del paciente, acercando técnicas y procedimientos típicamente hospitalarios. Es una unidad de tránsito de víctimas. Habitualmente se ubica en el Área de Socorro como área asistencial más cercana a la zona de crisis o impacto. No obstante y atendiendo a las circunstancias y características que definan la zona de catástrofe, se puede ubicar también en áreas más retrasadas. En el caso de terremoto en Sierra Elvira de I=VIII, ha parecido idóneo situarla en el aeropuerto de Granada, que es la misma localización que el Hospital de Campaña para el caso de I=IX.

La carga de trabajo del personal que atenderá una UEP será de: médico coordinador o responsable, 1 médico cada 2 pacientes, 2 enfermeros cada 3 pacientes y 1 personal auxiliar sanitario cada 3 pacientes. Para conocer todas las características en cuanto a equipamiento sanitario y funcionamiento de una UEP, se remite al lector al trabajo de Blanco et al (2000).

En caso de no ser suficientes los medios desplegados hasta ahora, se requerirá ayuda de la Sanidad Militar, que aportará las llamadas Unidades de Rescate Quirúrgico y/o el Hospital de Campaña.

3.4.4. Unidades de Rescate Quirúrgico (URQ).

Se trata de estructuras o elementos ligeros con capacidad quirúrgica de daño corporal, en donde se realizan intervenciones (cohibir grandes hemorragias, corregir heridas, etc.) en una primera etapa, cuya finalidad es la de salvar vidas, y preparar a las víctimas para una intervención en un segundo tiempo. Estas Unidades de Rescate Quirúrgico las posee el Ejército.

La capacidad de absorber desorganización es directamente proporcional al despliegue de estructuras sencillas sobre el terreno. Por las lecciones aprendidas de catástrofes como el atentado terrorista del 11-M, se sabe que la organización efectiva es aquella que “se ve” y que lo más probable es que cuando una estructura organizativa no se vea, es porque existen personas pero sin organización efectiva.

El binomio gente que manda y gente que obedece funciona bien cuando los primeros están entrenados para hacerlo y además disponen de recursos que le identifican en funciones claves (“MANDO”, “TRIAGE”, “EVACUACIÓN”) y además disponen de los elementos para hacerlo (petos, silbatos, megáfono, etc).

Las capacidades en recursos que se ofrecen sobre el terreno, cuando proceden de otras instituciones, deben ser motivo de integración inmediata, efectiva y sinérgica para aquellos otros que tienen la responsabilidad moral y legal de resolver. Una organización es más potente cuando más capacidad tiene de sumar e integrar.

La eficacia sobre el terreno en presencia de múltiples heridos consiste en ser muy resolutivos en el despliegue de estructuras eventuales, (área de socorro), aplicando pocas técnicas (gestos salvadores) y proyectando el máximo esfuerzo en el control de las evacuaciones. Las tres fuerzas necesarias –bomberos, policía y sanitarios– deben actuar coordinadamente a través de un centro de mando avanzado, sin que unos manden o interfieran sobre otros.

No se debe olvidar, que las catástrofes tienen dos tiempos: el tiempo real del impacto y el tiempo mediático en el que todo el mundo quiere intervenir. Si el **voluntariado** no está bien organizado, acaba colapsando y/o estorbando los servicios. Una persona bien identificada ha de encargarse de distribuir las funciones de dicho voluntariado, atendiendo a la demanda que se va generando y consultando con el Mando Médico.

La eficacia del voluntariado en labores de rescate (sobre todo en las primeras 12 y 24 horas) ha quedado de manifiesto en numerosas catástrofes sísmicas, donde muchas de las víctimas fueron rescatadas por voluntarios, por lo que han de tener conocimientos básicos para no lesionar más a las víctimas durante el salvamento.

3.5. Evacuación y transporte

3.5.1. Norias de evacuación

La evacuación también debe ser escalonada (Tabla 4.12), y los pacientes han de ser derivados a distintos niveles de especialización médica, según las características de sus traumatismos y patologías.

La evacuación es un proceso que implica el movimiento de pacientes entre diferentes estaciones asistenciales. Las **norias de evacuación** representan los procedimientos que mantienen el flujo de pacientes dentro de las áreas de crisis y desde éstas a los hospitales de referencias.

Recordamos que las norias clásicas son cuatro:

1. La primera es la que moviliza las víctimas hacia fuera del área de salvamento o punto de impacto, cuya responsabilidad es de los grupos de rescate.
2. La segunda es una noria ya puramente sanitaria y asegura los movimientos dentro del área de socorro, hasta terminar en el puesto de Carga de Ambulancias.
3. La tercera corresponde al transporte hacia los hospitales receptores.
4. La cuarta traslada desde los hospitales receptores a otros centros de diferente nivel.

En la figura 4.16 se representa de manera esquemática la organización de la atención médica en el área del siniestro, localizando el PMDA y las norias de camilleo para la evacuación.

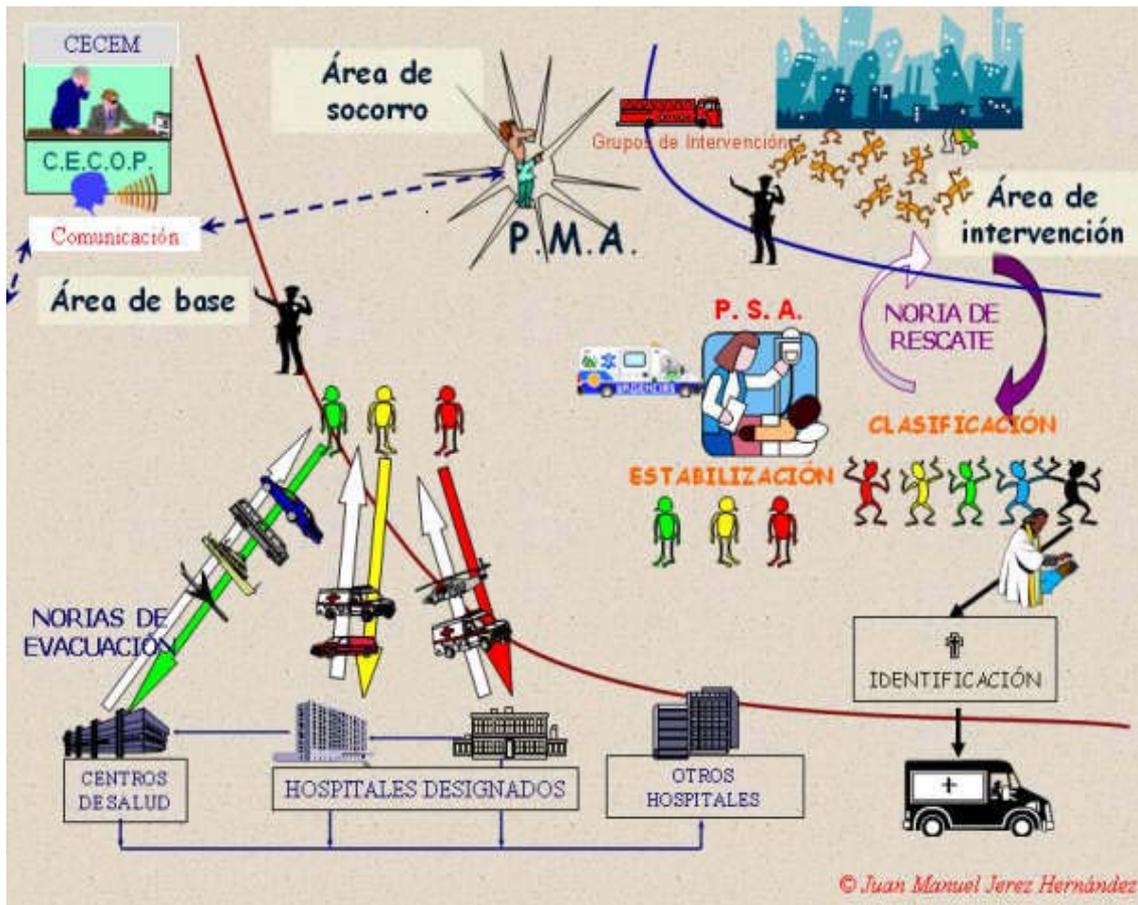


Figura 4.16. Esquema organizativo en el área del siniestro.

Estos conceptos, llevados a nuestra área de estudio, permitirían constituir las norias de evacuación, de la siguiente manera:

Primera noria.

Medios de fortuna (elementos locales de transporte no sanitarios).

En los primeros momentos de caos y confusión, no es fácil mantener una noria de víctimas en las *áreas de salvamento*, ya que se carecen "a priori" de los medios necesarios. Las víctimas del terremoto serán llevadas a los puntos de atención por medios de transporte no sanitarios, con la ayuda, en un primer lugar de otros supervivientes y de manera desordenada, pues no se trata de pacientes localizados en un solo punto, ya que estarán distribuidos en varios "puntos calientes" (*áreas rojas*).

Generalmente el acceso estará limitado por el propio daño o los peligros añadidos y en un segundo lugar, actuarán los equipos de salvamento, cuyos esfuerzos irán encaminados a la búsqueda de supervivientes, a retirar a las víctimas de daños potenciales y al rescate de los atrapados.

Segunda noria

Debe estar controlada y dirigida a los distintos elementos de asistencia sanitaria desplegados en el *área de socorro*. Como se ha mencionado anteriormente, se trata de una noria enmarcada dentro del perímetro de asistencia de los Servicios Sanitarios. Moviliza las víctimas dentro de dicha área.

Hay que matizar, que por las características de la catástrofe sísmica, este sector abarcará un radio muy amplio, por lo que se va a dividir en varios subsectores o subáreas (“Bolsas de Socorro”). Éstas se localizarán en espacios abiertos, fuera de peligro y lo más próximos posibles a los puntos de mayor impacto (estadios, grandes aparcamientos, etc.)

Los accesos deben ser rápidos y permeables, que ofrezcan la posibilidad de efectuar despliegues de socorro inmediato y faciliten la coordinación y el transporte.

Se realizará por medio de:

1.-Transporte en medios públicos no sanitarios.

2.-Transporte en medios sanitarios:

a) Aéreos.

b) Terrestres.

Tercera noria

Los elementos desplegados en la zona (PSA, Unidad de estabilización Prehospitalaria y Unidades de Rescate Qurúrgico) prepararán a las víctimas para la evacuación a Hospitales de Referencia y/u Hospital de Campaña.

Los hospitales de referencia de Granada, aunque queden con un aceptable nivel de operatividad tras el terremoto (ver apartado 1.4 del capítulo 3), se van a saturar por la gran demanda asistencial desencadenada por la emergencia sísmica.

Por este motivo, está indicado y recomendado por los expertos en Medicina de Catástrofes el establecer una **Unidad de Estabilización Prehospitalaria u Hospital de Campaña** en las proximidades de la ciudad. En este caso se ha elegido por las características de ubicación, comunicaciones y capacidad de superficie al Aeropuerto de Granada, como se expone más adelante.

Además se recomienda “blindar” los hospitales para que los pacientes que no necesitan ser intervenidos quirúrgicamente, no colapsen dichos hospitales y sean atendidos en otros puntos de urgencias (como Centros de Salud con esta capacidad de Áreas Externas de Triage). Para ello, como se recomienda en todos los Planes de Emergencias Externas Hospitalarios, habrá que establecer un área de triage delante de la puerta de urgencias de cada centro.

Si el protocolo no se sigue correctamente, los hospitales se llenan de personas que no necesitan asistencia inmediata y que obliga al personal sanitario a atenderlos y a emplear un tiempo valiosísimo para atender los casos de vida o muerte.

Tabla 4.12. Esquema organizativo de la atención y evacuación médica.

I	TRIAGE SVB+SVA	Espacios libres (parques o estadios) Bolsas de víctimas
II	RESCATE QUIRÚRGICO	AEROPUERTO ESTABLECIMIENTOS Agua Luz Comunicaciones Transportes
III	HOSPITAL DE CAMPAÑA	
IV	HOSPITALES	

3.5.2. Medios de Transporte y sus indicaciones.

Existe una gran variedad de condicionantes que van a actuar a la hora de decidir el tipo de transporte (ver tabla 3.16):

- Clasificación de las víctimas.
- Categorización de los hospitales.
- Distancia de los hospitales.
- Condiciones ambientales.
- Posibilidad de acceso de los medios de transporte.
- Medios de transporte disponibles y su capacidad.
- Número de víctimas a evacuar.

Indicaciones de transporte aéreo:

1. Cuando la distancia desde la zona de catástrofe hasta los hospitales es mayor de 200 Km.
2. Dificultad en el acceso terrestre.
3. Víctimas graves con prioridad I.
4. Elevado número de víctimas graves.
5. Cuando el transporte terrestre es superior a una hora.

Indicaciones de transporte en UVI móvil:

1. Pacientes clasificados Prioridad I (roja) en distancias menores de 200 Km y prioridad II (amarilla) si se dispone de número suficiente.
2. Transporte interhospitalario.
3. Transporte entre el PSA y Centro Médico Avanzado (CMA)/ Hospital de Campaña.

Indicaciones de transporte en ambulancia convencional:

1. Víctimas clasificadas con prioridad III y IV (verde y azul).

Es fundamental que las ambulancias no invadan la zona de crisis, porque la colapsan y por razones de seguridad. Tiene que haber un **puesto de carga de ambulancias** controlado por los servicios de medicina de emergencia. Eso permite decidir dónde va cada paciente según criterios de gravedad y evitar envíos indiscriminados. Al hospital solo deben acudir pacientes susceptibles de cirugía y riesgo de muerte. (Pacientes rojos y amarillos).

En la tabla 4.13 se ha resumido la organización del traslado de las víctimas en las primeras 24 horas, atendiendo a la categoría lesional y a los medios de transporte. Las ambulancias medicalizadas (12-15 ambulancias) con un tiempo medio de traslado de media hora, podrían trasladar aproximadamente 24 pacientes en 1 hora. En 3 horas, 72 pacientes aproximadamente. En las 3 primeras horas de la catástrofe, los pacientes clasificados como “rojos” estarían evacuados. Las ambulancias convencionales (aproximadamente unas 180 ambulancias), en 1 hora tienen capacidad para trasladar a 360 heridos.

Hay que puntualizar que se trata de una tabla meramente orientativa, pues la estimación aproximada que se da de los tiempos está calculada en “condiciones normales”, sin tener en cuenta los siguientes factores que pueden influir negativamente:

- Todos los pacientes no son rescatados al mismo tiempo.
- Los medios de transporte tampoco están disponibles a la vez, esperando que suceda la catástrofe.
- Los propios conductores y pilotos pueden ser víctimas del terremoto y no estar disponible todo el personal.
- La integridad de las carreteras puede verse interrumpida por efectos del propio movimiento sísmico, tales como caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, y destrozos en la propia estructura de las vías como se ha visto en otros terremotos, como el de Loma Prieta en 1989, el de Northridge en 1994 o el de Kobe en 1995.

- Las telecomunicaciones pueden estar alteradas o saturadas (así como la telefonía móvil) en las primeras horas, hecho que puede dificultar el contacto con el personal necesario.
- La confusión y el caos de las primeras horas también juegan en contra de los tiempos de respuesta, ralentizando el traslado y evacuación de las víctimas.

Tabla 4.13. Organización del traslado de las víctimas atendiendo a la categoría lesional y a los medios de transporte.

CATEGORÍA DE LAS VÍCTIMAS (N=1865)	AMBULANCIA MEDICALIZADA (SVA)	AMBULANCIA CONVENCIONAL (SVB)	MEDIOS DE TRANSPORTE PÚBLICOS COLECTIVOS
PACIENTES ROJOS (N=73) ↓ HOSPITALES	-061:5 -DCCU:10 -HELICÓPTERO:1		
PACIENTES AMARILLOS (N=258) ↓ HOSPITALES		-CTS:160 -Cruz Roja:19 -PC:3 -Otros	
PACIENTES VERDES (N=1534) ↓ CENTROS DE SALUD			-Cruz Roja -Autobuses -Taxis -Particulares

Por tanto, es lógico pensar que en una catástrofe como la que se ha planteado en este trabajo y por la experiencia recogida en sucesos similares, no habría capacidad total de reacción en las primeras 6-8 horas. Hasta pasadas 24-48 horas, no estaría la situación “bajo control” y con capacidad de reorganización.

La incertidumbre evolutiva (posibilidad de réplicas) y la multifocalidad de zonas con víctimas en accesos difíciles, marcan el despliegue y la intervención de los recursos sanitarios.

Indicaciones de medios de transporte colectivos.

Para evacuar “víctimas que puedan caminar” se ha demostrado de una gran eficacia, el uso de los *transportes públicos colectivos*, siempre en la línea de usar centros

alejados de los puntos de impacto (fuera de las zonas dañadas) en la atención de los menos graves lo que mejora el rendimiento de los servicios de urgencia de los hospitales más próximos.

3.6. Asistencia ambulatoria en áreas periféricas.

Las víctimas que caminan deben ser atendidas en centros ambulatorios y trasladadas en vehículos que no sean estrictamente sanitarios, lo mejor es adecuar autobuses. Los Centros de Salud y Consultorios de las zonas afectadas deberán prestar asistencia sanitaria y asumir la responsabilidad inmediata de la catástrofe hasta que les llegue la ayuda necesaria. Si estos centros sufren daños que impiden la atención sanitaria se usarán los que estén operativos en un cinturón contiguo a la zona de destrozos.

En líneas generales, los recursos e infraestructura de estos centros parecen ser adecuada a la demanda. Cuentan con médicos de familia, ATS/DUE, auxiliares de clínica, celadores, conductores y vehículos de transporte.

Es muy importante que los sanitarios que trabajen en el medio rural, conozcan bien la forma de actuación ante un desastre sísmico, y ellos a su vez, lo hagan conocer a la comunidad donde desarrollan su actividad, para que colaboren de forma activa y organizada con los equipos sanitarios.

A los profesionales sanitarios se les debe formar en: primeros auxilios, rescate de víctimas, transporte de lesionados, ayuda mutua, censo, búsqueda, acampado en masa, organización en brigadas, etc. Durante los primeros momentos del terremoto, el pánico suele cundir y la respuesta de organizada es difícil de conseguir, aunque hayan recibido adiestramiento previo. No obstante, tener conocimiento previo de que esta etapa inicial tiene desajustes contribuye a reducir los mismos antes, mediante una organización anticipada y durante la catástrofe, siendo conscientes de que hay que reducir este tiempo de desajuste.

Es importante que en dichas áreas, se formalice un *Comité de Desastres*, que asuma precozmente las funciones de organización y dirección. Por esto, es necesario que los equipos sanitarios contacten y estén al corriente de los planes a los respectivos alcaldes y viceversa.

Se debe dotar a los centros asistenciales rurales de un mínimo de material para curas, inmovilizaciones, tratamiento y transporte (ANEXO 16).

3.7. Asistencia Hospitalaria en áreas periféricas y nacionales.

3.7.1. Consideraciones para la asistencia y triage hospitalario.

El triage en todo hospital que va a recibir a las víctimas de la catástrofe, tienen que seguir una serie de normas derivadas de las lecciones aprendidas con terremotos pasados en otras partes del mundo:

- *La selección del lugar de triage en el Hospital:*

. Cercano a Emergencias.

- . Luz adecuada.
 - . Espacio suficiente para trabajar.
 - . Comunicado con el Centro Coordinador.
 - . Protegidos de medios de comunicación y del público.
- *Lugares primarios y secundarios.* Existe la necesidad de clasificar los pacientes que son encamados y no encamados para enviarlos al lugar de tratamiento adecuado.
- *Consideraciones del triage.*
- . Los pacientes deben ser clasificados como ya se ha descrito anteriormente con el fin de saber quien necesita tratamiento inmediato, demorado, menor o está muerto.
 - . Conocer el número y tipo de heridos.
 - . Personal e instalaciones del hospital disponibles.
 - . Condiciones del hospital.
 - . Necesidad de estabilizar y trasladar pacientes.
- *Seguimiento de pacientes.*
- . Etiqueta de triage
 - . Pulsera de muñeca.
 - . Número de registro médico.
 - . Lista principal el triage.
 - . Listas encadenadas de admisión, tratamiento y descarga.
- *Áreas de tratamiento a considerar.*
- . Área de Primeros Auxilios para traumatismos y problemas médicos menores.
 - . Área de Sutura.
 - . Área de Tratamiento Médico General.
 - . Área de Traumas Agudos y enfermos.
 - . Área de Pre y Post-operación.
- *Condiciones para trasladar la atención médica al aparcamiento o área de extensión abierta cercana.*
- . Disponibilidad de energía eléctrica, monitores...
 - . Área de seguridad.
 - . Logística de traslado de provisión y existencias (existencias médicas, existencias estériles, luces, cuerdas, monitores, generadores portátiles, etc.).

En resumen, *las Etapas de la Respuesta Hospitalaria* son:

- **Reaccionar.** Responsabilidad sobre nosotros y pacientes.

- **Preparar.** Emplear el tiempo mientras llegan los pacientes en: quien dirige, asignación de personal, responsabilidades de cada especialidad.
- **Planificar.** Conocer los planes del Hospital.
- **Triaje.** Los leves llegan antes que los graves. Tener claro el concepto de triaje y toma de decisiones duras.
- **Actuar.** Estabilizar, temporizar, priorizar, amenazas, tipos de heridas, etc.
- **Recuperar.** Rotación de personal, reemplazar existencias, regresar a operativo normal por fases. Informe y revisión de lecciones aprendidas.

3.7.2. Centros Hospitalarios Receptores.

Los PSA y los Centros de Salud enviarán los pacientes “rojos” a los hospitales de Granada, en las primeras 8 horas de la crisis, y posteriormente a las UEP y URQ del aeropuerto. Los pacientes “amarillos” a hospitales fuera de la capital granadina atendiendo a su patología y cercanía y disponibilidad del hospital. Los pacientes “verdes” serán derivados a los centros de salud más próximos. Los hospitales aceptarán todos los pacientes rojos y solo los amarillos directos según su disponibilidad.

Cuando la demanda asistencial lo requiera, se desplegará el *Hospital de Campaña* (Figura 4.17), indispensable en el caso de I=IX.



Figura 4.17. Interior de un Hospital de Campaña donde se está realizando asistencia sanitaria (Terremoto de Northridge, 1994).

Éste se localizará en el *Aeropuerto de Granada* como se detalla en el apartado 3.8 y de ahí serán evacuados a otros Centros Hospitalarios de Referencia fuera de la capital granadina.

En los Hospitales de Referencia de Granada, a pesar que se presume queden semioperativos, se ha de limitar en la medida de lo posible la derivación de las víctimas, para evitar su saturación, por las siguientes razones:

1º) A la conocida vulnerabilidad sísmica de las edificaciones esenciales como son los hospitales, que se ha puesto de manifiesto en múltiples ocasiones como demuestra la experiencia de los terremotos acontecidos en los últimos años (ver capítulo 1).

2º) La Arquitecta Sonia Morán Rodríguez, en su estudio realizado sobre la vulnerabilidad sísmica de los hospitales de Granada (apartado 3.4 del capítulo 1), concluye que:

- Para un terremoto de $I \geq VII$, el conjunto hospitalario seguirá *operativo*, con problemas y daños menores que se deberán reparar de forma inmediata.
- Para una $I = VIII$, se espera que los hospitales queden *semioperativos* (salvo el Materno Infantil, con daños más graves), por lo que en una inspección rápida de daños de los **Grupos de Acción Rápida Interna y Externa** para evaluar la seguridad de la zona es totalmente indispensable. Se marcarán las zonas no operativas o fuera de uso y se adaptará el plan de actuación sanitaria a las restricciones detectadas.
- Para $I \geq IX$, caso poco probable, pero no imposible, los daños estructurales serían más graves, por lo que bastantes áreas de los hospitales quedan *no operativas*, sobre todo por los daños en elementos no estructurales, suponiendo un riesgo vital alto.

3º) Se ha tenido en cuenta la opinión de los expertos consultados, como p.e. la del Dr. Álvarez Leiva, que aconseja (tras su dilatada experiencia en dirección de intervenciones en catástrofes en Nicaragua, Irán, Iraq, Kosovo, Bosnia, Kurdistán, Mozambique, Turquía y las inundaciones de San Sebastián) evacuar a las víctimas a otros Centros Hospitalarios de Referencia fuera de la ciudad, tanto a nivel regional como nacional. El motivo, es la saturación que van a sufrir los hospitales principales de la capital por la afluencia masiva de las víctimas por sus propios medios. Los servicios hospitalarios de urgencias están ya de por sí saturados y cualquier avalancha de esta categoría hace muy compleja la asistencia.

4º) Además arquitectónicamente los servicios de urgencia no están diseñados para grandes crisis. Todos entran por la misma puerta, lo cual condiciona que haya gran cantidad de pacientes diferentes: el paciente crítico, el urgente, los médicos, enfermeros, auxiliares, familiares, políticos, periodistas, etc. Esta aglomeración y diversidad contribuye a la desorganización y más si se tiene en cuenta que el acceso a la puerta de urgencias a veces está obstaculizado por los que llegan.

5º) Parece razonable ponernos en el peor de los casos y pensar que los hospitales de referencia granadinos no van a estar totalmente operativos y van a verse desbordados. No es por ser pesimistas, sino porque al sobredimensionar la catástrofe y tener prevista esta más que probable posibilidad, podemos

prepararnos mejor y aplicar las medidas necesarias para solventar los problemas antes de que ocurran.

Son cinco razones de peso que fundamentan la necesidad de desplegar un elemento básico en la medicina de catástrofes: El Hospital de Campaña, con capacidad para hacer cirugía, con sistemas de anestesia, reanimación, radiología y laboratorio. Aplica cuidados médicos de emergencia que son de muy alta rentabilidad. El Hospital de Campaña es indispensable en el caso de un terremoto destructor de I=IX, con 3.48 víctimas mortales estimadas y 21.289 heridos de distinta consideración.

Por otro lado, los Hospitales Comarcales de referencia de Granada, (Hospital Comarcal de Baza y Hospital Santa Ana de Motril), como Hospitales de Apoyo, se han de preparar para recibir y prestar asistencia a las víctimas remitidas desde los Hospitales Provinciales de Referencia (Hospital Virgen de las Nieves y Hospital Clínico de Granada). También han de prestar su apoyo otros hospitales de Granada como el Hospital San Juan de Dios y San Rafael, junto a las clínicas privadas como la Clínica de Nuestra Sra. De la Salud y La Inmaculada.

Como el número de camas de los hospitales es menos importante que la capacidad de tratamiento en los 30-40 primeros minutos, es imprescindible conocer el número y gravedad de los pacientes que cada centro hospitalario es capaz de atender. La categorización hospitalaria es necesariamente previa a una adecuada coordinación.

Los factores que determinan una capacidad asistencial son el equipamiento y el personal de guardia en el Servicio de Urgencias, quirófanos y Unidad de Medicina Intensiva.

La media diaria de urgencias atendidas nos permite conocer la capacidad real del centro según su *Índice Catastrófico*, que se produce cuando el 50% de los casos que se pueden atender en un día acuden en el 20% del tiempo (4-6 horas).

En el caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira, las víctimas estimadas son 1865 heridos de distinta consideración, de los que entre un 15 y un 20% deben ser evacuadas, a otros Centros Receptores de la Comunidad Andaluza o del territorio nacional.

En la tabla 4.14 se resumen los principales hospitales a utilizar, con el nº de camas y de quirófanos.

Los criterios para la determinación de los Centros Hospitalarios a los que deben evacuarse los heridos han sido:

1. Proximidad geográfica y menor tiempo de traslado, acordes con los medios de transporte empleados para la evacuación.
2. Garantía del mantenimiento en la fluidez de circulación y establecimiento de posibles vías alternativas.
3. La preparación técnica de los hospitales que les capacitan para atender la mayor parte de las patologías que pueden presentar los evacuados.
4. Evacuación de patologías singulares a centros hospitalarios de ámbito regional, en los cuales existen servicios especializados para su atención, (como “grandes quemados” en Sevilla) teniendo en cuenta que algunos

de los procesos, como los traumatismos torácicos, se pueden encontrar limitada la vía aérea.

5. Se ha considerado la existencia de aeropuertos en la mayoría de las localidades elegidas que faciliten el establecimiento de un *Puente Aéreo* para la evacuación de las víctimas.
6. Existencia de un Plan de expansión hospitalario.

Tabla 4.14. Centros Hospitalarios Receptores de la Comunidad Autónoma Andaluza y Centros Hospitalarios Regionales Nacionales:

HOSPITAL	CAMAS	QUIRÓFANOS
GRANADA	GRANADA	GRANADA
VIRGEN DE LAS NIEVES	1062	37
HOSPITAL CLÍNICO	699	18
H. COMARCAL DE BAZ	160	6
H.SANTA ANA DE MOTRIL	193	6
MÁLAGA	MÁLAGA	MÁLAGA
COMPLEJO HOSPITALARIO REGIONAL MÁLAGA	1156	32
H.ESPECIALIDADES VIRGEN DE LA VICTORIA	756	17
JAÉN	JAÉN	JAÉN
COMPLEJO HOSPITALARIO CIUDAD DE JAÉN	913	22
SEVILLA	SEVILLA	SEVILLA
HOSPITAL VIRGEN DEL ROCÓ	1571	47
HOSPITAL VIRGEN DE LA MACARENA	1116	21
HOSPITAL VIRGEN DE VALME	632	12
ALMERÍA	ALMERÍA	ALMERÍA
HOSPITAL TORRECÁRDENAS	904	18
MADRID	MADRID	MADRID
HOSPITAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑ	1751	48
HOSPITAL UNIVERSITARIO 12 DE OCTUBRE	1266	48
HOSPITAL UNIVERSITARIO	950	30
VALENCIA	VALENCIA	VALENCIA
HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE	1448	39

3.8. Hospitales de Campaña (HC).

El Hospital de Campaña es la formación de tratamiento esencial en el escalonamiento de las formaciones sanitarias. Es un órgano asistencial, de carácter modular y activación progresiva, capaz de desplegar elementos especializados según las necesidades de cada operación. El tiempo aproximado en montar un hospital de campaña es de 24 horas. Contempla la incorporación de personal especialista de la red hospitalaria militar (Figura 4.18).



Figura 4.18. Ejemplo de un Hospital de Campaña.

Capacidades del Hospital de Campaña.

Su empleo cubre las necesidades asistenciales de entre 12.000 y 20.000 personas. Esencialmente, el fin es realizar tratamiento quirúrgico, y tiene las siguientes capacidades:

- Atiende hasta 160 víctimas “rojas”. Víctimas que exigen una acción terapéutica inmediata.
- Realiza hasta 80 intervenciones quirúrgicas por día (40 de cirugía general y 40 de especializada).
- Hospitaliza hasta 200 víctimas.
- Proporciona asistencia a todas las especialidades.
- Dispone de servicios centrales.
- Capacidad de medicina preventiva.
- Gestiona recursos.
- Actúa como 2º escalón de mantenimiento de equipos propios.
- Actúa de forma aislada, disponiendo de dotaciones y niveles de recursos sanitarios para 90 días de autonomía.

El **AROPUERTO de Granada**, debido a sus características de espacio, comunicación y servicios, se ha elegido como el idóneo para desplegar el *Hospital de Campaña* en caso necesario. Está localizado a 12 Km de la ciudad, en la carretera de Málaga, junto a la localidad de Chauchita (autovía A-92 en dirección Sevilla).

En los Aeropuertos de Destino Hospitalario, se deben instalar también Unidades de Tránsito de Víctimas/Hospitales de Campaña, para garantizar la continuidad terapéutica de los pacientes que se van a recibir.

3.9. Asistencia especializada en centros de especialidades quirúrgicos.

Los pacientes que presenten patologías singulares y requieran asistencia muy especializada, se trasladarán a hospitales de ámbito regional para su atención. Se recuerda que a priori no se cuenta con ningún centro hospitalario de Granada, aunque es posible que se pudieran habilitar el 50% de las camas de los mismos, (ver razones en el apartado 3.7.2 de este capítulo).

3.9.1. Evacuación de patologías singulares.

A) Traumatismos Craneoencefálicos.

Se les evacuará en primer lugar a los siguientes hospitales que disponen de esta especialidad:

- Málaga (Hospital Carlos Haya).
- Córdoba (Hospital Reina Sofía).
- Sevilla (Hospital Virgen del Rocío).
- Almería (Hospital Torrecárdenas)
- Madrid (Hospital de La Paz, Hospital Ramón y Cajal, Hospital Cruz Roja, Hospital Clínico, Hospital Puerta de Hierro, Fundación Jiménez Díaz, Hospital Doce de Octubre, Hospital Gregorio Marañón y Hospital de la Princesa).
- Valencia (Hospital La Fe y Hospital Clínico).

Si es necesario ampliar la evacuación a otras provincias españolas porque el número de heridos con esta patología sea muy elevado, (caso de terremoto con I=IX) se hará además a las ciudades siguientes:

- Zaragoza (Hospital Miguel Servet).
- Vizcaya (Hospital Cruces y Basurto).
- Navarra (Hospital S. Social).
- Barcelona (Hospital Valle Hebrón, Hospital Clínico Santa Cruz y San Pablo, Príncipes de España y La alianza).

- Cantabria (Hospital Marqués de Valdecilla).
- Murcia (Virgen de la Arrixaca).

B) Traumatismos Torácicos que precisen cirugía torácica.

Los procesos en los que no se encuentre indicado su traslado mediante transporte aéreo, se les orientará preferentemente hacia:

- Hospital Carlos Haya de Málaga.
- Hospital Reina Sofía de Córdoba.
- Hospital Virgen del Rocío de Sevilla.
- Hospital Clínico de Sevilla.

C) Quemados.

Se les derivará hacia:

- Málaga (Hospital Carlos Haya).
- Sevilla (Hospital Virgen del Rocío).
- Madrid (Hospital de la Paz y Centro de Quemados de la Cruz Roja).
- Valencia (Hospital de la Fé).

En caso necesario, se ampliará a otros hospitales de España: Murcia (Hospital Virgen de la Arrixaca), Alicante (Hospital General), Zaragoza (Hospital Miguel Servet), La Coruña (Hospital Juan Canalejo), Vigo (Policlínica Vigo), Oviedo (Sanatorio Adaro); Vitoria (Policlínica San José).

3.10. Dispositivo de intervención psicosocial en una catástrofe sísmica en Granada.

Tomando como referencia las funciones de Protección Civil, en lo referente a los aspectos psicosociales de los desastres, se deben poner en marcha las siguientes áreas de trabajo para prestar asistencia psicológica a las víctimas de un grave terremoto en la provincia de Granada:

La **prevención**: Diseño e implantación de programas de prevención primaria dirigidos a tres colectivos, la población, los grupos de intervención y los psicólogos de catástrofes.

La población: elaboración y puesta en marcha de programas de información sobre los distintos riesgos, los planes de emergencia y las medidas de autoprotección a adoptar (fomento de la cultura preventiva).

Los grupos de intervención (sanitarios, bomberos, policía, etc.): programas de preparación para situaciones críticas y prevención de estrés, tanto desde el punto de vista de la autoprotección como del apoyo psicológico a las víctimas.

Los psicólogos de catástrofes: programas formativos, basado en el perfil del psicólogo de catástrofes y en un diagnóstico de necesidades de formación, con el objetivo de tener una red de psicólogos con una formación homogénea y un modelo de intervención común.

La **planificación:** nos referimos a la necesidad de incluir en los planes de emergencia un grupo de intervención psicosocial, así como establecer los procedimientos operativos para dar una respuesta, rápida y coordinada, a las necesidades psicosociales en los desastres, como los terremotos. También es imprescindible incluir en el catálogo de recursos movilizables a los psicólogos como un recurso humano más a movilizar obligatoriamente en una catástrofe sísmica.

La **intervención:** en la que se encuadrarían tres aspectos: Por un lado la coordinación del grupo de intervención psicosocial en el lugar de la catástrofe, por otro, el asesoramiento a las instituciones y responsables de la gestión de la emergencia y finalmente y la más importante, la intervención psicosocial inmediata.

La **rehabilitación,** donde se hace imprescindible el establecimiento de una red de seguimiento psicológico de las víctimas.

Para cubrir todas estas áreas, la Dirección General de Protección Civil (DGPC) tiene adoptadas dos iniciativas:

1.- La primera organizativa y planificadora, se creó en el mes de Diciembre de 1997, con la constitución de un Grupo Interinstitucional de trabajo, coordinado por el Grupo de Psicología de Catástrofes de la DGPC y formado por psicólogos pertenecientes a las diferentes instituciones relacionadas con el campo en emergencias y las catástrofes (Ejército, Guardia Civil, Policía, Bomberos, SAMUR, Cruz Roja, Universidad y Colegio Oficial de Psicólogos), con la finalidad fundamental de definir un modelo de intervención psicosocial en catástrofes que sea común a todo el territorio español, así como profundizar en las diferentes áreas relacionadas con la Psicología de Emergencias y Catástrofes. Dichas áreas se dirigen a la investigación, la formación y la intervención propiamente dicha, y se concretan en los siguientes objetivos:

- Elaborar el perfil profesional del Psicólogo de catástrofes y/o emergencias.
- Establecer el perfil de intervención psicológica en catástrofes y/o emergencias de los psicólogos voluntarios.
- Establecer el perfil de intervención psicológica en catástrofes y/o emergencias de los actuantes (bomberos, policías, etc.).
- Diseñar y organizar la formación en función de los perfiles establecidos.
- Conformar el grupo de trabajo como grupo de intervención mientras no esté establecida y formada una red de psicólogos de catástrofes.

2.- La segunda, preparadora de psicólogos especializados, el 15 de Diciembre de 1998 se suscribió un Convenio Marco de Colaboración con el Colegio Oficial de Psicólogos con objeto de establecer las previsiones de colaboración para la realización de estudios, diseño e implantación de programas de formación así como el establecimiento de una red de psicólogos para la intervención en catástrofes que puedan afectar a cualquier punto del territorio español.

En la provincia de Granada, Cruz Roja dispone en el momento actual, de un Equipo de Respuesta Inmediata en Emergencia (ERIE), con su base en Motril. Está formada por 70 voluntarios y es la segunda en importancia en toda Andalucía, por su dotación en equipamientos. Formaron parte de los 7 equipos movilizados de la Cruz Roja Española para prestar asistencia psicológica en el 11-M.

El Plan de Atención Psicológica en una catástrofe sísmica en Granada (como las consideradas en esta tesis) debe recoger los frutos de estas etapas de planificación y formación, pero sobre todo ha de desarrollar la intervención con sus acciones de simulacros que se implanten y pongan operativos estos grupos. La estructura debe tener una como la descrita de la Unidad de Intervención en Desastres del Instituto de Psicoterapia Psicoanalítica de Sevilla (Grupo Isis).

El modo de operación ha de estar protocolizado tanto en etapas de prevención, formación, planificación, intervención y rehabilitación. Se tendrán en cuenta las lecciones aprendidas de los últimos grandes terremotos en el mundo y de la catástrofe del 11-M.

El personal técnico ha de estar formado y tener experiencia acreditada, ser organizado según la estructura mencionada, conocer las funciones a realizar cada grupo y actuar coordinadamente y de acuerdo a los protocolos establecidos.

La dirección del grupo de Atención Psicológica organizará simulacros y programas de formación.

3.11. Acogida de personas sin hogar.

Los centros de acogida y alojamiento de las personas sin hogar, han de tener como características fundamentales el ser lugares con garantía de seguridad (previa inspección rápida), bien comunicados y en la medida de lo posible, cerca de su domicilio.

Se considera de forma general, que los centros de acogida primaria para la población deben ser los colegios, institutos e incluso las universidades (sobre todo las del Campus de la Cartuja). Los dos primeros por ser muy abundantes y con una distribución muy homogénea y el último por estar en una zona muy segura desde el punto de vista sísmico y una baja vulnerabilidad en la edificación. Aparte, aquellas personas que tengan la posibilidad, deberán alojarse con familiares cercanos o en otras ciudades. En caso necesario se habilitarán otros lugares como hoteles, etc. según dispongan las autoridades que gestionen este tema.

Estas mismas características son extensibles a los centros de atención psicológica que se deben habilitar.

4. Sistemas de comunicación e información.

Ante una situación de emergencia provocada por una catástrofe sísmica en Granada, resulta esencial asegurar las transmisiones, para garantizar las

comunicaciones de los distintos mandos entre sí, y para coordinar la ejecución y el desarrollo de las operaciones precisas en cada momento (ver las comunicaciones en las emergencias sanitarias en el apartado 2.4.1 del capítulo 3).

La telefonía es el sistema de comunicación que se emplea en un primer momento. Es el que utiliza gran público para contactar con los servicios de emergencia y salvamento. Hay que tener en cuenta que es muy vulnerable, porque en caso de una catástrofe puede verse alterado, bien por la interrupción física de las líneas, por bloqueos en las centrales debido a la saturación de llamadas o a fallos eléctricos u operativos de estos.

Los sistemas de comunicación radiotelefónicos emplean las ondas radioeléctricas para transmitir los mensajes entre los terminales, por lo que pueden asegurarse el funcionamiento sin más que disponer de energía en los terminales por medio de equipos alternativos a la red (baterías, grupos electrógenos, placas solares, etc.) y es de difícil bloqueo por saturación si se dispone de los elementos adecuados de señalización y control. Aunque es un sistema caro, las radiocomunicaciones son el único sistema seguro que permite, en cualquier circunstancia, establecer las comunicaciones necesarias en el área de una catástrofe, y son junto con la telefonía móvil, los medios más eficaces.

La telemática es la conjunción de las telecomunicaciones y la informática. El empleo de sistemas de gestión de datos, como los ordenadores, a través de los sistemas de telecomunicaciones, proporcionan medios de envío de mensajes de gran utilidad en caso de catástrofes sísmicas. Los sistemas telemáticos pueden trabajar por medio de los dos tipos de comunicaciones que se acaban de comentar, es decir, tanto por telefonía como por radiotelefonía. Sin embargo, deben emplearse sistemas de gran calidad de transmisión de señal, dado que así lo exige la alta velocidad empleada por los equipos informáticos.

4.1. Operativa a seguir en caso de caída del sistema informático y de las comunicaciones en el CCE de Granada.

El Centro Coordinador de Urgencias de Granada, trabaja con el SIEPES, antiguamente llamado SICOM, que es un sistema de atención de llamadas y gestión de recursos. Su carácter integral facilita el contacto con la sala de coordinación desde todo tipo de comunicaciones. Permite la localización de móviles por GPS y cuenta con Sistema de Información Geográfica (GIS). Además ayuda al operador y médico de sala a tomar los datos del suceso, seleccionar el interrogatorio idóneo y el mejor recurso, al integrar todos estos datos y permitir el conocimiento permanente de los recursos disponibles. Destaca además su facilidad para el trabajo en equipo a través de una de sus funciones más importantes: la escucha compartida.

Todo ello sobre una infraestructura de equipos informáticos y de comunicaciones diseñados con redundancias e interconexiones que lo convierten en un sistema robusto, fiable y de alta disponibilidad. Se basa en una tecnología abierta que lo hace compatible con los sistemas actuales Internet/Intranet y permite su fácil

adecuación a dispositivos tan dispares como la telemedicina o la teleformación. Está implantado en las salas de coordinación de las 8 provincias andaluzas.

En caso de caída del sistema o necesidad de evacuación del Centro Coordinador, existen unas operativas a seguir¹, que se detallan en el ANEXO 18.

4.2. Sistemas de comunicación en casos de emergencia y catástrofes.

La DGPC dispone de una Red de Comunicaciones Satélites (RECOBAT) para caso de emergencias, cuando los sistemas tradicionales no están operativos, que se complementan con el Sistema de Radio de Comunicaciones Digitales de Emergencia del Estado (SIRDEE). Dichos sistemas, junto con la Red Radio de Emergencias (REMER), están recogidos en el ANEXO 18.

5. Actuación médico-legal ante las víctimas mortales.

El número de cadáveres esperados para los terremotos de I=VIII e I=IX son 313 y 3.548 respectivamente, lo que obliga a disponer también de un *Plan de Actuación Médico-Legal*, que incluya los criterios de identificación expuestos en el capítulo 3 y un tanatorio temporal donde poder trasladar los cadáveres.

Para la *identificación de las víctimas*, se han de establecer, como se ha explicado en la metodología, tres secciones:

- Sección de personas desaparecidas.
- Sección de recuperación de víctimas mortales.
- Centro de Identificación.

Se ha elegido como *tanatorio temporal*, destinado fundamentalmente a fines forenses, instalaciones con cámaras frigoríficas, p.e. las que se encuentran en Mercagranada. Estas reúnen las condiciones necesarias para tal fin: espacio amplio, adecuado al número estimado de cadáveres, donde se han de preparar distintas áreas de intervención, como área de recepción de cadáveres, área médico-forense y policial, área de depósito de cadáveres y objetos, área de seguridad policial, área de secretaría y comunicaciones, área de servicios y área de recepción de familiares.

¹ *Plan de Emergencia Interior de la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias, Servicio provincial de Granada. Plan de Contingencia del Centro Coordinador de 061 del SP de Granada, 2005)*

5.1. Recomendaciones relacionadas con las actuaciones con víctimas mortales.

Qué hacer:

- Informar que el riesgo de brotes epidémicos como cólera, tifoidea, etc. por cadáveres que murieron por efecto del desastre sísmico son mínimos. Este riesgo es inexistente cuando los cadáveres son enterrados en un deslizamiento de terreno o en derrumbes.
- Recordar que la prioridad es atender a los sobrevivientes y restablecer los sistemas de atención de salud a la mayor brevedad posible.
- Promover la identificación y registro apropiado de los cadáveres, incluyendo la extensión de un certificado de defunción.
- Promover la entrega de los cadáveres a sus familiares, de manera que reciban el tipo de entierro más adecuado y respetar los deseos y costumbres sociales de las familias.
- Alentar el manejo cuidadoso de los cadáveres por parte de los cuerpos de socorro para evitar riesgos de contaminación por mal manejo sanitario.

Qué no hacer:

- Promulgar legislación de emergencia sobre el manejo de cadáveres.
- Promover la cremación colectiva de cadáveres ya que técnicamente, es una tarea difícil e inútil.
- Alentar entierros en fosas comunes sin identificación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN.

1. Escenarios sísmicos en Granada.

1.1. Elección de los casos considerados.

La elección de los escenarios de daños sísmicos es esencial para valorar y planificar las actuaciones sanitarias. En este trabajo, se ha valorado:

- *La localización de las zonas fuente.* Se han tenido en cuenta el contexto sísmico y tectónico de la ciudad de Granada, prestando especial atención a los indicadores geológicos, geomorfológicos, geofísicos y sismológicos de la zona para identificar las fuentes sísmicamente activas que forman parte del proceso tectónico actual y capaces de producir terremotos en un futuro.
- *La cuantificación del potencial sísmico.* Ello ha implicado la definición de un sismo característico y una ley de recurrencia. Dicho sismo, se ha definido en base al sismo máximo, determinado por métodos basados en dimensiones de ruptura de falla bien conocidos (o segmentos de esta), en métodos basados en sismicidad histórica, sobre la que el sismo máximo histórico, representa una cota inferior del sismo máximo, y en métodos estadísticos de estimación de peligrosidad sísmica de la zona.

De los cuatro casos considerados, el terremoto de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira, es el más característico y el más probable, (más del 10 % de probabilidad en 50 años según la NCSE-02) con una zona de fracturación entre Atarfe y Pinos Puente. Según Peláez (2000), se espera una intensidad I=VII-VIII para un período de retorno de solo 100 años. Por este motivo, se ha elaborado el Plan de Actuación Sanitaria, partiendo de este escenario.

En el estudio previo de Plan de Actuación Sanitaria realizado por Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar (1990), la localización del terremoto tipo adoptado estaba en las proximidades de Sierra Elvira (Pinos Puente) y era idéntico en magnitud al de Andalucía de 1884, el último terremoto catastrófico ocurrido en nuestro país, cuyos radios medios de atenuación para las zonas de intensidades IX, VIII y VII (MSK) fueron 15, 26 y 40 Km respectivamente. En nuestro caso, la localización del escenario sísmico, situando el epicentro en Sierra Elvira, es similar al de Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar (1990) así como las localidades más afectadas: Pinos Puente, Atarfe, Albolote, Santa Fé y Maracena; no obstante, nuestro Plan se centra con mayor detalle en el caso de una intensidad máxima de VIII (de ocurrencia más probable) en vez del caso de $I_{\max} = IX$, también analizado pero de ocurrencia mucho más baja.

1.2. Simulación de escenarios con SES2002.

SES2002 es una herramienta que se ha utilizado para los terremotos de intensidad VIII y IX y ha permitido realizar simulaciones de escenarios sísmicos (distribución de intensidades) y de escenarios de daños sísmicos (provocados por dichos terremotos) y representar los resultados cartográficamente en unidades territoriales (municipios) mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS).

Los resultados de la aplicación del SES2002 a los terremotos tipo de este trabajo, han aportado cifras de víctimas en función de los diferentes niveles de daño (estructurales y no estructurales) experimentados por las edificaciones. Esta aproximación es realista, pero hay que tener en cuenta que los resultados son generales, y deben ser tomados como indicadores medios muy aproximados de una hipotética realidad, pues hay factores que pueden modificar estos valores, a pesar de haberse actualizado las bases de datos para reducir el margen de error de los resultados obtenidos.

Las limitaciones son debidas a que:

- La Distribución de la intensidad depende en gran parte de las condiciones locales o efectos del suelo (topografía, litología, contenido en agua), que no se han tenido en cuenta por no estar incluido en SES2002.
- En España, no hay datos de daños sísmicos, desde el punto de vista estadístico, suficientemente significativos que permitan precisar las funciones de vulnerabilidad (daño), pero sí se han usado datos de características similares (daños de Irpinia, Italia).
- Para estimar la vulnerabilidad real de las construcciones, es necesario realizar estudios de detalle de las mismas en las poblaciones de estudio, pues a priori, pequeños fallos constructivos, pueden suponer un gran aumento de su vulnerabilidad y por consiguiente un aumento en la estimación de los daños y del número de víctimas.
- SES no considera la distribución temporal de la población, por lo que no se evalúan las diferencias en los daños causados por el mismo terremoto, en diferentes épocas del año ni en diferentes horas del día. No obstante se han considerado variaciones respecto a la media obtenida teniendo en cuenta intervalos horarios, considerando aproximadamente un 20% más de víctimas en el caso de que el sismo ocurra durante la noche
- SES solo calcula los daños provocados en los edificios de viviendas. Sin embargo, hay además otros numerosos tipos de daños causados en otras construcciones, o los desencadenados por peligros secundarios (incendios, tsunamis, licuefacción, deslizamientos, etc.) e importantes daños indirectos que no se cuantifican, aunque se podrían estimar de forma aproximada si se tiene la ubicación de las construcciones e instalaciones y estudios de detalle.

Está previsto ir contemplando estos aspectos en fases posteriores de SES, con el fin de ir aumentando la fiabilidad de los resultados.

En general, casi todos los análisis que se han realizado sobre el riesgo sísmico en alguna zona urbana de España han sido realizados con bastante detalle. Estos son los casos de Alcoy (ITGE, 1990), Lorca (ITGE, 1992), Granada (Vidal y Del Castillo, 1994), Alicante (Delgado et al., 1996) o Barcelona (Barbat et al., 1996), entre otros. Este aumento de detalle conlleva un cierto coste económico que choca con la relajación social que existe con respecto a los terremotos, debido a que el último terremoto catastrófico en España ocurrió en 1884, hace más de 100 años. Además, los estudios que se han realizado, se han centrado en analizar la peligrosidad sísmica, variando considerablemente la metodología empleada. En pocos casos se ha profundizado en la vulnerabilidad y en el cálculo de daños (Martín, 1983, Martín et al., 1986, Martín, 1989, Vidal y Del Castillo, 1994), solamente en los casos de Adra (Vidal et al., 1993, 1994), Granada (Vidal y Del Castillo, 1994), Cataluña y Barcelona (Chávez, 1998; Cid et al., 1999; Roca et al., 1999). Con una filosofía similar a la de este proyecto realizó MAPFRE el programa Séneca para simular los efectos de un terremoto en las carteras de seguros (Piserra y Bobadilla, 1994).

Experiencias similares ya se han realizado en diferentes países: EE.UU. (Hazus 2005), Portugal, Italia, Turquía, Colombia, etc., como hemos visto en este trabajo. Estas aplicaciones funcionan necesariamente con Sistemas de Información Geográfica (SIG) comerciales: *Arc-View*, *Map-Info*, *Arc-Gis*, etc.

2. Cuantificación de las víctimas.

La cuantificación del número de pérdidas de vidas humanas, al igual que el número de heridos, es muy dependiente de un ajuste fino de la vulnerabilidad real de las construcciones, así como de diferentes factores de exposición al riesgo como acabamos de comentar: día o noche, día laborable o festivo, época estival o período de vacaciones, zona turística o cualquier otro factor relacionado con el elemento en riesgo (las personas), junto con otra serie de factores como la edad, el comportamiento durante las sacudidas sísmicas, etc. (según se ha visto en el apartado 4.3 del capítulo 1).

Para un movimiento sísmico de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira, se obtienen 313 víctimas mortales (SES máximo), cifra que se ve multiplicada hasta 11 veces si se aumenta la intensidad a IX con el mismo epicentro, llegando a estimarse con SES máximo hasta 3.584 muertos. Estos datos son más elevados que los encontrados en el ya mencionado trabajo de Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar (1990), donde se estimó el número de muertos para una I=IX con epicentro en Pinos Puente, de 2.415, es decir, aproximadamente 1100 víctimas mortales menos. Esta estimación realizada en 1990, considera unas seiscientas víctimas menos que utilizando el modelo ATC (2.993 muertos), lo que supondría un comportamiento mejor de las estructuras que en el caso americano, lo cual es poco probable.

En nuestro estudio, se ha decidido utilizar la simulación SES máximo, entendiendo que el sobredimensionar ligeramente la catástrofe, nos puede aportar más ventajas a la hora de realizar la planificación sanitaria, pues las consecuencias de

infravalorar los daños, pueden repercutir negativamente en la morbi-mortalidad final si no se dispone de medios suficientes y recursos para abordar la crisis. Es decir, “más vale pasarse que no llegar”, pues la definición del número de personas heridas determinará la demanda inicial del sistema sanitario.

Cuando los daños estructurales y no estructurales de las construcciones son mayores, aumenta el número de muertos y heridos. Así para daños leves (GD1), la proporción de heridos leves es 3.3/10.000, de heridos graves es 1.1/25.000 víctimas, resultando aproximadamente 1 muerto cada 100.000 heridos. Sin embargo, cuando estamos ante un grado de daño elevado (GD5), la proporción de heridos graves y leves aumenta a 2/5, es decir, 1 víctima mortal cada 5 heridos. El colapso de las edificaciones es la causa de la mayoría de las muertes durante los terremotos (Coburn, 1992). Esta relación puede variar en función de la calidad de los edificios. Así en el terremoto de Nicaragua (1976) hubo 22.778 víctimas mortales y 76.504 heridos de distinta consideración, mientras que en el de Kobe (1995), “solo” murieron 527 personas de las 6.107 víctimas, resultando un 8.6% de mortalidad, gracias a la mayor preparación antisísmica de las construcciones.

En las estimaciones de nuestro estudio, tanto para el caso de sismo en Sierra Elvira con I=VIII como con I=IX, se ha hallado la proporción aproximadamente de 1 muerto por cada 6 heridos de distinta consideración, 1 herido muy grave por cada 25 heridos, 1 herido grave por cada 7.2 heridos y 1 herido leve de cada 1.2 heridos. Esto indica que la mayor parte de los heridos tiene lesiones menores causadas por caída de materiales y por mobiliario u objetos cortantes, lo que sugiere que tales lesiones normalmente solo requieren tratamiento ambulatorio y tienden a ser más comunes que las lesiones severas que requieren hospitalización. Esto implica que los dispositivos de atención primaria y ambulatorios han de ser también de respuesta rápida y eficaz, de lo contrario sobrecargarán y dificultarán las labores en los PSA y sobre todo en los servicios de urgencia hospitalarios. Como máximo, un 25 % del total de heridos deberá tratarse en hospitales debido a la gravedad de las lesiones.

3. Lesiones y patologías de las víctimas estimadas.

La distribución de las heridas y lesiones entre los supervivientes de una catástrofe sísmica en Granada, también varía considerablemente si se estudia para una I=VIII o para una I=IX con epicentro en Sierra Elvira y en Granada capital. Como se ha comentado en el apartado 1.1. de este capítulo, nuestro escenario prototipo es un terremoto de I=VIII en Sierra Elvira. Aunque el resto de las simulaciones también han sido estudiadas en el capítulo 4 y se contemplan en el Plan de Actuación, vamos a analizar los datos de este caso y el de I=IX para el mismo epicentro.

Para continuar con los criterios de clasificación clásicos de las víctimas, se ha calculado el número de víctimas (capítulo 4) que van a presentar patologías más o menos graves. Este hecho cobra especial relevancia a la hora de dirigir nuestras actuaciones sanitarias, la atención que debe recibir cada uno de los heridos según el

tipo de lesión que presenta y adecuar el plan de evacuación y los recursos existentes en cada caso.

Como se refleja en la tabla 4.9, de los 1865 heridos del caso de terremoto de I=VIII en Sierra Elvira, un 3.88% (73 de los heridos) corresponderán a víctimas muy graves (de 1ª categoría) que requerirán asistencia inmediata para salvar su vida, un 13, 88% (es decir 258 de ellos) presentarán patologías graves (2ª categoría) y el 82% (1.534 heridos) tendrán lesiones traumáticas más leves.

Cuando el terremoto es de I=IX, las cifras de heridos (21.289 víctimas totales) de cada categoría se disparan al aplicar los porcentajes anteriores, resultando 826 víctimas con lesiones con riesgo para la vida (1ª categoría), 2.955 con lesiones graves (2ª categoría) y 17.508 con lesiones menos graves (3ª categoría).

Otros modelos como p.e. Coburn y Spence (1992), que estiman las víctimas ocasionadas por un terremoto, no hacen una clasificación muy detallada de las mismas en categorías (siguiendo los criterios de gravedad de las lesiones). La ATC-13 (1985) sí establece unos porcentajes de personas afectadas (heridos leves, heridos graves y muertos) en función de los diferentes niveles de daño (estructurales y no estructurales) experimentados por las edificaciones (Tabla 1.11), deducidos por un grupo de expertos a partir de terremotos ocurridos en E.E.U.U.

Los modelos de Coburn y Spence (1992), establecen el uso de una expresión analítica, ajustada a partir del análisis de más de 1.000 terremotos importantes. Esta relación es específica para edificios colapsados y considera como parámetros, la población por edificio y la ocupación según el horario, entre otros.

Luciano Di Sopra y Francesco Schiavi (1983), describen la localización de las principales lesiones traumáticas producidas por el terremoto de Friuli de 1976 (Tabla 3.5 y 3.6), el cual sirvió como modelo a Martínez-Zaldívar (1990) en el estudio de la cuantificación de las víctimas por categorías atendiendo a la localización lesional de los traumatismos ocasionados por un movimiento sísmico en Pinos Puente (Granada) de I=IX (Tabla 3.7). En este trabajo se estimaron 388 heridos de 1ª categoría, 1.388 de 2ª categoría y 8.224 víctimas con heridas de 3ª categoría para un total de 10.000 víctimas heridas. Estas cifras se asemejan bastante a los resultados encontrados en esta tesis para el caso de terremoto de I=IX en Sierra Elvira (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Comparación del N° de heridos que pertenecen a cada categoría.

(Casos de terremoto de I=IX, con epicentro en Pinos Puente y Sierra Elvira)

	Pinos Puente I=IX (1990) N=10.000	Sierra Elvira I=IX (2006) N=21.289
1ª CATEGORÍA	388	826
2ª CATEGORÍA	1.388	2.955
3ª CATEGORÍA	8.224	17.508

Hay que decir que estas clasificaciones se refieren al momento del impacto, la secuencia cuantitativa y cualitativa de las mismas en tiempo real, variarán de gravedad en relación a la demora del tiempo de actuación. Las víctimas de 1ª categoría fallecerían de no ser atendidas in situ en los primeros minutos. Los pacientes de segunda categoría, que no reciban asistencia en un plazo de seis horas se reclasificarán en 1ª categoría (Martínez-Zaldívar 1990).

También ha sido estudiada la distribución de las heridas y lesiones entre los supervivientes de los terremotos de Armenia (1988), el de Kobe (1995) o el de Chi-Chi (1999), donde se realizó triage a 1.272 víctimas como se detalla en el apartado 4.2. del capítulo 1 (Tablas 1.13, 1.14, 1.15, 1.16, 1.17 y 1.18). En ellos se pone de manifiesto la prevalencia de las lesiones traumatológicas ocasionadas directamente por el movimiento sísmico, sobre otras patologías médicas. Prácticamente más del 80% de las víctimas de un terremoto padecen lesiones producidas por traumatismos.

Aparte de las patologías ya mencionadas provocadas directamente por los daños de un movimiento sísmico, hay un gran número de pacientes que requiere cuidado inmediato por problemas no quirúrgicos tales como infarto de miocardio, exacerbación de enfermedades crónicas como diabetes o hipertensión, ansiedad y otros problemas de salud mental (como depresión), enfermedad respiratoria causada por exposición a polvos y fibras de asbesto en escombros y ahogamiento causado por inundaciones debidas a fallos de diques. Tampoco hay que olvidar el estrés psicológico tanto de las víctimas como de los equipos de rescate, por lo que resulta indispensable disponer en el Plan de Actuación de un dispositivo de intervención psicosocial.

Cuando los edificios se dañan o se colapsan, se generan grandes cantidades de polvo. La obstrucción de la vía aérea y el compromiso pulmonar es una de las principales causas de muerte para muchas víctimas. El edema pulmonar fulminante por inhalación de polvo puede también ser una causa tardía de muerte (Noji, 1991). El polvo obstaculiza las operaciones de rescate y limpieza por la irritación ocular y respiratoria. En el terremoto de México en 1985, los trabajadores de rescate, finalmente requirieron máscaras respiratorias (Figura 5.1), equipos que probablemente estarían en déficit en la mayoría de los terremotos. Hay edificios comerciales y escuelas en los que se construyen con asbesto, el cual, probablemente se pulverizaría al colapsar las edificaciones. El asbesto y otras partículas en aerosol implican un riesgo respiratorio subagudo y crónico tanto para las víctimas atrapadas como para el personal de rescate y limpieza, dependiendo de las características de toxicidad (Noji, 1989).

Otro ejemplo de los efectos adversos de un terremoto sobre las condiciones médicas se observó en 1981, durante el terremoto de Atenas, Grecia, con una magnitud 6,7. Un incremento de 50% en las muertes debidas a infarto de miocardio se documentó durante los primeros 3 días, con un pico máximo al tercer día (Katsouyanni, 1986 y Trichopoulos, 1983). Puede haber un mecanismo biológico plausible para el incremento del riesgo de problemas cardíacos después de los desastres naturales: el estrés emocional y la actividad física elevan los niveles de catecolaminas, producen vasoconstricción e incrementan la coagulación (Dobson, 1991). Dado ese efecto fisiológico, es de esperarse un incremento en la proporción de muertes súbitas. En Granada, tras los terremotos de 1956, el Dr. Azpitarte indicó la incidencia de problemas cardíacos en caso de terremoto. El día del terremoto de Ciudad de México en 1985, el

número de abortos, nacimientos prematuros y partos normales se incrementó y juntos constituyeron la primera causa de todas las admisiones ese día (Malilay, 1986 y Díaz de la Garza, 1987). Cuatro días después aún se daban admisiones por esas causas, quizá como consecuencia del estrés relacionado con el desastre.

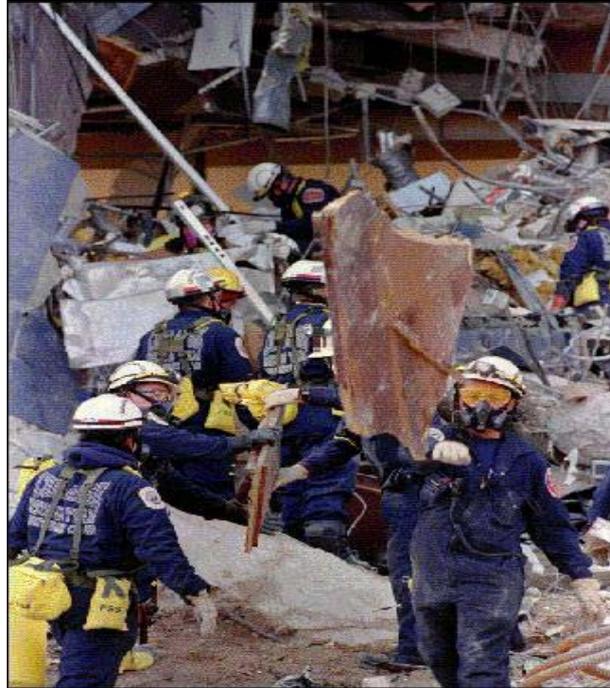


Figura 5.1. Equipos de salvamento en las tareas de rescate, empleando mascarillas.

En la evaluación de las víctimas del terremoto de California de 1994, Teeter (1996) encontró que la mayoría de los pacientes que demandaban asistencia, sufrían infección del tracto respiratorio superior, encontrando también cefaleas (10%), estrés emocional (9%), dolores musculares (9%), HTA (8%), alteraciones intestinales (7%) y otros. La mayor proporción de estrés psicológico se observó en hombres y mujeres entre 30 y 50 años.

Leor et al (1996), estudiaron el aumento de los problemas miocárdicos durante los terremotos y las secuelas que éstos producen. Se observó un incremento de un 71% en la mortalidad cardíaca en 1994, (cuando se produjo el terremoto de California), comparado con 1992 y 1993 en su análisis de causa de 20.000 muertes en los Ángeles durante ese período de 3 años.

Después de un terremoto, las quemaduras y la inhalación de humo por incendios representan peligros importantes. Terremotos como el de 1755 de Lisboa, o el de 1906 de San Francisco produjeron muchas víctimas por quemaduras. Por ejemplo, después del terremoto de Tokio en 1923, más de 140.000 personas perecieron principalmente por causa de los incendios suscitados en una ciudad donde la mayoría de edificios estaban contruidos con materiales altamente inflamables (papel y madera). Sin embargo, desde 1950, la incidencia de quemaduras después de terremotos ha decrecido considerablemente (Coburn, 1992).

4. Organización de la actuación sanitaria.

La organización de la actuación sanitaria está condicionada por las características de la catástrofe sísmica, conocidas con el estudio de los escenarios de daños y la estimación cuantitativa y cualitativa de las víctimas. Ello nos ha permitido dimensionar globalmente el desastre y abordarlo estructurando un Plan de Actuación Sanitaria de una manera escalonada (Tabla 4.12), teniendo en cuenta los recursos y medios disponibles, enmarcado dentro del Plan de Emergencias Sísmicas, siguiendo la legislación vigente y el PTEAnd.

El Centro Coordinador de Urgencias debe activar a todos los integrantes del Grupo Sanitario (EPES/061, Distritos Sanitarios y Hospitales, etc.) y enviar a los Equipos de Emergencias a las zonas más castigadas por el terremoto, para establecer los Puestos Sanitarios Avanzados (PSA), tal como se describe en el apartado 3.4 de capítulo 4, y desplegar los medios necesarios en la zona para preparar a las víctimas para la evacuación al Centro Útil.

4.1. Elementos desplegados en la zona.

4.1.1. Localización de las Áreas de Socorro y Áreas Base.

Los PSA se han localizado en los campos de fútbol de Pinos Puente, Atarfe, Albolote, Santa Fé y Maracena, atendiendo fundamentalmente a sus buenas características de comunicación, y a su amplitud de espacios con capacidad de helipuertos, (Apartado 3.4.2 del capítulo 4).

En el estudio de Álvarez Leiva y Martínez-Zaldívar (1990), las **Áreas de Socorro** se localizaban en los siguientes puntos:

- Aeropuerto de Granada (Chauchina). N-342, P.K. 445.
- Aeródromo de Armilla. N-323, P.K. 137.
- Cruce de la Cueva (Colegio Público). N-323, P.K.126.
- Casas Nuevas (colegio Público). L, P.K.8.
- Como alternativa o una 5ª Área de Socorro, el Campo de Deportes de Valderrubio. L, P.K. 3.

Atendiendo a las comunicaciones por carreteras, sugerían que los 10 primeros puestos se instalaran de la siguiente forma:

- Tres equipos de Sevilla en Área 1ª.
- Dos equipos de Málaga y H. Militar de Sevilla en Área 2ª.
- Dos equipos de Jaén en Área 3ª.
- Dos equipos de Córdoba en Área 4ª.

En cuanto a las **Áreas Base**:

1ª) Cruce de la Moraleda. N-342, P.K. 464.

2ª) Pantano de Cubillas. N-323, P.K. 116.

Cruce de Iznallor. N-323, P.K. 97.

3ª) Suspiro del Moro. N-323, P.K. 146.

Estas tres zonas cubren las comunicaciones por donde habría de llegar el mayor aporte de material de socorro, tanto sanitario como de cualquier otro tipo, por lo que también se han elegido en nuestro estudio para localizar las Áreas Base.

Es conveniente estudiar cuidadosamente las rutas de evacuación y abastecimiento. Es muy probable que la A-92 dirección Guadix, y con algo menos de probabilidad la N-323 en ambos sentidos (Motril y Jaén), pudieran quedar cortadas por desprendimientos, deslizamientos o acumulación de cascotes. Es posible que también quedaran fuera de servicio algunos tramos de ferrocarril.

En zonas del casco antiguo de la ciudad, las calles estrechas y sinusoides, pueden dificultar enormemente tanto el acceso de los equipos de emergencias como la posterior evacuación de personas.

No se espera que puedan producirse conflagraciones o incendios de grandes proporciones a pesar de las conducciones de gas existentes en la ciudad, puesto que la condición de estas y del gas impide que se produzcan deflagraciones de importancia a no ser que el gas se acumule en espacios cerrados y sin ventilación. Además no existen depósitos importantes de combustibles o gases licuados, ni de materias inflamables. Tampoco son de temer mayores daños a causa del sismo por la emisión de productos tóxicos al carecer la ciudad de industrias contaminantes o peligrosas y no existir en la actualidad depósitos enterrados de productos tóxicos o radiactivos.

4.1.2. Unidad de Estabilización Prehospitalaria y Unidad de Rescate Quirúrgico.

Dentro de los medios desplegados en la zona, hemos incluido las llamadas Unidades de Estabilización Prehospitalaria y las Unidades de Rescate Quirúrgico.

Unidad de Estabilización Prehospitalaria. Es un área asistencial transportable, fija o eventual prehospitalaria con capacidad para proporcionar SVA y estabilización de las funciones vitales antes de la evacuación del paciente, utilizando técnicas y procedimientos típicamente hospitalarios.

Unidad de Rescate Quirúrgico. Se trata de estructuras o elementos ligeros con capacidad quirúrgica de daño corporal, en donde se realizan intervenciones (cohibir grandes hemorragias, corregir heridas, etc.) en un primer tiempo, cuya finalidad es la de salvar vidas, y preparar a las víctimas para una intervención en un segundo tiempo. Estas Unidades de Rescate Quirúrgico las posee el Ejército y son las aquí recomendadas.

Estas unidades deben estar disponibles en caso de desastre sísmico y estar habilitadas como máximo en 8 horas. Estas se ubicaran por las mismas razones que el Hospital de Campaña en el Aeropuerto de Granada.

4.1.3. Hospital de Campaña.

El Aeropuerto de Granada, debido a sus características de espacio, comunicaciones y servicios es el idóneo para desplegar el Hospital de Campaña en caso necesario, desde ahí los pacientes serán evacuados a los Centros Hospitalarios de Referencia fuera de la capital.

En los aeropuertos de destino hospitalario se deben instalar también Unidades de Tránsito de Víctimas/ Hospitales de Campaña, para garantizar el tratamiento adecuado de las víctimas de manera ininterrumpida.

En el caso de terremoto de I=IX resulta imprescindible, como ya se ha comentado, instalar al menos un HC para atender el elevado número de víctimas que se producirían. En el caso de I=VIII, se ha de instalar un HC, cuando los Hospitales de Granada no estén operativos. A priori, dichos hospitales, ante una I=VIII se espera queden semioperativos, sin embargo la vulnerabilidad de estas instalaciones esenciales se ha puesto de manifiesto en múltiples ocasiones como demuestra la experiencia de los terremotos acontecidos en los últimos años, por ello es necesaria una inspección rápida por los Grupos de Acción Rápida Interna y Externa para evaluar la seguridad de las zonas. Por otro lado, los expertos en Medicina de Catástrofes, ante un caso como el expuesto, aconsejan instalar el HC en el lugar elegido. El motivo de ello, es la saturación que van a sufrir los hospitales principales de la capital por la afluencia masiva de las víctimas por sus propios medios. Los servicios hospitalarios de urgencias están ya de por sí saturados y cualquier avalancha de esta categoría hace muy compleja la asistencia. Además, a ello se suma que arquitectónicamente los servicios de urgencia no están diseñados para grandes crisis. Todos entran por la misma puerta, lo cual condiciona que haya gran cantidad de pacientes diferentes: el paciente crítico, el urgente, los médicos, enfermeros, auxiliares, familiares, políticos, periodistas, etc. esto contribuye a la desorganización y más si se tiene en cuenta que el acceso a la puerta de urgencias a veces está obstaculizado.

Por todas estas razones, se considera necesario desplegar dispositivos de intervención inmediata como las UEP y las URQ en un primer tiempo (6 horas), hasta la instalación del HC en un plazo que no debe superar las 24 horas.

El resto de los Hospitales de Apoyo se han de preparar también para recibir y prestar asistencia a las víctimas remitidas desde los Hospitales Provinciales de Referencia (Hospital Virgen de las Nieves y Hospital Clínico de Granada).

4.1.4. Asistencia ambulatoria.

Los pacientes leves o de 3ª categoría deben ser atendidos en Centros de Salud y consultorios para no saturar los hospitales, por lo que se recomienda "blindar" dichos hospitales y solo admitir a los pacientes quirúrgicos.

Cuando no se disponga de la infraestructura completa para el despliegue y operatividad de los PSA en las localidades más afectadas, estos se ubicarán provisionalmente en los Centros de Salud, donde se realizarán labores de clasificación y tratamiento de los heridos.

4.2. Evacuación.

La evacuación es un proceso que implica el movimiento de los pacientes entre los diferentes escalones asistenciales por medio de las conocidas Norias de Evacuación.

En los primeros momentos tras el terremoto, y hasta que comienza a ponerse en marcha el plan, y llegan los medios necesarios, las víctimas serán llevadas a los puntos de atención médica por medio de elementos de transporte no sanitarios, lo que hemos llamado *Medios de Fortuna*.

Los pacientes de 3ª categoría, en general, aquellos que pueden caminar, deben ser trasladados en medios de transporte público no sanitarios (autobuses, taxis, particulares). Resultan medios muy eficaces y sobre todo si se sigue la línea de usar centros alejados de los puntos de impacto, lo que mejora el rendimiento de los servicios de urgencia de los hospitales más próximos.

Los pacientes de 2ª categoría serán trasladados fundamentalmente en ambulancias convencionales con capacidad para prestar soporte vital básico y los pacientes más graves o de 1ª categoría, en ambulancias medicalizadas donde se pueda prestar soporte vital avanzado en un momento determinado. Dentro de éstas últimas se encuentran las ambulancias de 061, DCCU y helicóptero.

Los PSA y los Centros de Salud enviarán los pacientes “rojos” a los hospitales de Granada, en las primeras 8 horas de la crisis, y posteriormente a las UEP y URQ del aeropuerto. Los pacientes “amarillos” a hospitales fuera de la capital granadina atendiendo a su patología y cercanía y disponibilidad del hospital. Los pacientes “verdes” serán derivados a los centros de salud más próximos. Los hospitales aceptarán todos los pacientes rojos y solo los amarillos directos según su disponibilidad.

En una catástrofe como la que se ha planteado en esta tesis y por la experiencia recogida de sucesos similares, en las primeras horas, no hay capacidad real de reorganización. La incertidumbre evolutiva con la posibilidad de réplicas y la multifocalidad de las zonas con víctimas en accesos difíciles, marcan el despliegue y la intervención de los recursos sanitarios.

5. Asistencia Sanitaria.

La mayor parte de la demanda de los servicios de salud tiene lugar en las primeras 24 horas siguientes al fenómeno. Los heridos suelen acudir a los servicios médicos solo durante los primeros 3-5 días, transcurridos los cuales, las asistencias sanitarias comienzan el camino hacia la normalidad. Por ello se deben concentrar los esfuerzos para instaurar el Plan de Actuación Sanitaria en las primeras horas y ser eficaz en los primeros días tras el terremoto.

5.1. Rescate y Supervivencia de las víctimas.

La supervivencia de las víctimas está directamente relacionada con el tiempo de rescate. En el terremoto de Filipinas de 1990, sobrevivieron el 99% de las víctimas que fueron rescatadas en las primeras 48 horas. Dada además la circunstancia del escaso personal médico disponible, es esencial determinar rápidamente el número aproximado de víctimas, la posible localización de los supervivientes y sus posibilidades de supervivencia (triage). El terremoto de Tangshan de 1976 dejó 250.000 víctimas mortales, se rescataron entre 200.000 y 300.000 heridos, lo que supuso un 80% de rescates. En la tabla 5.2 se recoge la proporción de supervivencia entre las víctimas de los terremotos de Tangshan (1976) y el del sur de Italia (1980), atendiendo al tiempo que estuvieron atrapadas entre los escombros antes de su rescate. Un factor de gran influencia en el tiempo de supervivencia es el tipo estructural ya que estructuras de hormigón armado o de acero generan, al sufrir daños muy graves y colapso, más huecos donde pueden quedar atrapadas víctimas, que de no ser rescatadas perecerían. En la figura 5.2 se ilustran labores de rescate de víctimas atrapadas bajo los escombros.

Tabla 5.2. Supervivencia versus tiempo de atrapamiento de las víctimas, (Sheng y Brucycker, 1987)

	≤1/2 H	1 DÍA	2 DÍAS	3 DÍAS	4 DÍAS	5 DÍAS
Sur Italia (1980)		88%	35%	9%	9%	0%
Tangshan, China (1976)	99%	81%	34%	37%	19%	7%

Es fundamental el desarrollo de programas de formación y entrenamiento conjuntos de los equipos de rescate y equipos médicos para conseguir una mayor coordinación y mejores resultados en supervivencia.

Schultz et al compararon los supervivientes de 3 terremotos conocidos: el terremoto de China de 1976, el de Italia de 1980 y el de Armenia de 1988. Encontraron que el 85-95% de todos los supervivientes hallados fueron liberados de los escombros en las primeras 24 horas. Sin embargo la supervivencia de las víctimas de los terremotos de Turquía y China atrapados durante dos a seis días decayó a la mitad (50%).

Los factores del éxito en el rescate son: la rapidez en la localización, acceso, liberación, estabilización y transporte de las víctimas. El personal sanitario debe estar entrenado para reanimar y estabilizar a estas víctimas, y algunas de ellas deberán sufrir amputaciones para ser liberadas.



Figura 5.2. Labores de rescate. El acceso a las víctimas puede ser muy difícil, como se aprecia en estas imágenes.

5.2. Clasificación y triage.

En los primeros momentos de la catástrofe, como uno de los primeros procesos que se tienen que realizar en el lugar, se encuentra el triage o la **clasificación bipolar mantenida** (Figura 4.14). Consiste en un método sencillo de clasificación, que permite ser realizado por personal no sanitario, como los equipos de rescate y salvamento. Se trata de identificar a las *víctimas que caminan de las que no lo hacen*, bien porque estén atrapadas o porque estén inconscientes. Este triage es un procedimiento rápido que se usa en situaciones complejas con gran número de heridos como el caso de nuestros escenarios sísmicos.

El método SHORT resulta eficaz y rápido para discriminar las víctimas más graves. Si el personal y voluntariado que realiza las tareas de rescate están entrenados en dicho método, es muy aconsejable, ya que refleja la gravedad de las víctimas con

una sensibilidad del 91% y una especificidad del 97% (Peláez, 2005) para la discriminación de las víctimas graves frente al resto de víctimas. El tiempo medio de triage es de 18 segundos. Este método es tan eficaz como el START, que en un segundo tiempo, y con personal sanitario entrenado, se realizará un nuevo triage más complejo con este método. (Simple Triage and Rapid Treatment). Habitualmente este se realiza en los PSA, como se describe en el apartado 1.3.5 del tercer capítulo. Cada categoría ha de identificarse con un color en las tarjetas de triage y debe ser reevaluado ante cualquier signo de gravedad.

Como método novedoso de triage en los niños, se ha presentado el Método JumpSTART (Lou, 2001), que tiene en cuenta las características fisiológicas de los niños. En él se valora la respiración, la perfusión y el nivel de conciencia (apartado 1.3.5 del capítulo 3).

Las principales **diferencias** del JumpSTART respecto al START, son:

- En los niños apneicos se busca rápidamente el pulso.
- Los apneicos reciben varias ventilaciones de rescate.
- Están ajustadas las frecuencias respiratorias.
- AVPU se utiliza para evaluar el estado mental.

Las **ventajas** del JumpSTART:

- Permite un triage rápido especialmente diseñado para niños.
- El algoritmo es una adaptación de otro ampliamente difundido y aceptado.
- Es suficiente 15 segundos para la mayoría.
- Los criterios objetivos de triage para niños eliminan el rol de las emociones en el proceso de triage.
- Los criterios objetivos de triage proporcionan un respaldo al personal forzado a tomar decisiones sobre la vida o muerte en situaciones críticas.

Las **desventajas** del método JumpSTART son:

- Los pasos “extra” del apneico alargan el tiempo de triage.
- El uso de mascarillas aumenta el riesgo de contagio inter-pacientes.
- Se requiere material de triage adicional.
- “Demasiado complicado”.
- No se ha probado.

5. 3. Atención médica.

La atención y tratamiento inicial a las víctimas traumatizadas, atrapadas y en situaciones especiales provocadas por el terremoto, exige por parte de los Equipos de Emergencias Sanitarias, tener conocimientos avanzados en el manejo de pacientes críticos y politraumatizados graves.

En este estudio, se han establecido los PSA en las localidades más afectadas: Maracena, Atarfe, Santa Fé, Albolote-Peligros y Pinos Puente, este último con dotación doble, pues ha de atender a 403 heridos. Se considera necesario un PSA por cada 120 heridos. Dichos PSA deben estar desplegados y operativos en 2 horas para iniciar la atención médica de manera inmediata. Cuando no haya capacidad de desplegar un PSA en alguna de estas localidades (por falta de medios), se ubicará de manera provisional en los Centros de Salud correspondientes, hasta que llague la ayuda necesaria para desplegarlos en los lugares anteriormente señalados. En el aeropuerto de Granada se desplegarán (en menos de 8 horas) UEP y URQ, para realizar SVA y estabilización de pacientes críticos, y un Hospital de Campaña (imprescindible para el caso de I=IX o disminución de operatividad de los hospitales de referencia granadinos).

Deberá tenerse en cuenta y advertir a la población de la posible repetición de los movimientos sísmicos en forma de réplicas del evento principal, cuya magnitud, si bien decreciente, podría dar lugar a nuevos daños.

6. Implantación y mantenimiento del Plan.

Para garantizar que los procedimientos de actuación sean plenamente operativos son necesarias las siguientes acciones:

- **Implantación** inicial, tras su aprobación y homologación.
- **Actualización**, con medidas tendentes a garantizar su permanente adecuación y capacidad de respuesta, modificándose y/o ampliándose el Plan. Ello implica la realización de comprobaciones, ejercicios y simulacros, y actividades de formación e información.
- **Revisión del Plan**, cuando haya cambios destacables en el objeto y contenido del mismo, motivados por causas técnicas o de ordenación administrativa y legislativa. En particular, este Plan deberá adaptarse a todos los planes de ámbito superior, por lo que la revisión de éstos o la aprobación de planes provinciales, sectoriales de sanidad, etc. obligará a asegurar la perfecta integración y coordinación de este Plan.

Respecto a las *actuaciones de mantenimiento* deben tenerse presente las siguientes consideraciones:

- **Divulgación del Plan**, para que todos los trabajadores conozcan los aspectos generales y los específicos de su área. Se utilizarán folletos informativos, noticias, intranet, distribución de instrucciones, etc. Se garantizará la difusión del Plan a los siguientes colectivos:

Interna

1. Director del Plan
2. Equipo de Dirección
3. Jefes de Grupo
4. Personal de Unidades

5. Enfermeros
6. Médicos
7. Celadores
8. Personal auxiliar.
9. Personal Directivo de Centros y DCCU
10. Resto de categorías profesionales del Distrito.

Externa

1. Protección Civil
2. Delegado de Salud
3. EPES/061
4. Hospitales
5. Atención Primaria (Centros y resto de Distritos)
6. DCCU
7. Fuerzas de Seguridad
8. Bomberos
9. Instituciones y Empresas sanitarias privadas o afines.

La difusión del Plan se implementará con un documento específico para cada colectivo, con el contenido adecuado a su intervención en el Plan.

- **Formación** de todo el personal en los cometidos que deban desempeñar en una emergencia externa. Para ello se programarán cursos específicos y "ejercicios de adiestramiento".
- **Comprobaciones periódicas**, para verificar el perfecto estado de uso de los equipos, de acuerdo a un programa.
- **Ejercicios de adiestramiento**, que consisten en la alerta de grupos reducidos, con objeto de familiarizar a los participantes con los equipos y técnicas que deberán utilizar en caso de emergencia.
- **Simulacros**, que consisten en la activación simulada del Plan en su totalidad, con objeto de comprobar la respuesta (calidad, rapidez y eficacia) a una Emergencia Colectiva Externa. Su finalidad es la de evaluar la operatividad del Plan respecto a las prestaciones previstas y tomar las medidas correctoras pertinentes o revisar su operatividad, si fuese necesario. Se establecen previamente criterios y procedimientos para la valoración y evaluación.

Las únicas herramientas eficaces para reducir el daño sísmico y el número de víctimas, residen en la disminución de la vulnerabilidad de las edificaciones junto con los Planes de Emergencia Sísmicos y de Actuaciones Sanitarias.

Los terremotos ocurridos en zonas con poca preocupación por el fenómeno sísmico, ponen de manifiesto que los daños superan lo que sería previsible. Por ello es fundamental trasladar los resultados obtenidos a los organismos con responsabilidad

de gestión de Protección Civil y en la planificación y gestión de emergencias, para que este Plan sea viable, revisado y actualizado periódicamente.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

1. La capacidad de respuesta de los Servicios Sanitarios de Granada y del Sistema Sanitario Andaluz en caso de ocurrencia de un evento sísmico, es especialmente sensible a la ubicación del epicentro y la severidad del movimiento (intensidad). El escenario de daños sísmicos esperado más característico y probable que afecte a Granada, es el de terremoto de I=VIII con epicentro en Sierra Elvira, a partir del cual se ha elaborado el Plan de Actuación Sanitaria. El más desfavorable sería de I=IX, con un número tan elevado de muertos (3.548) y heridos (21.289) que al ser declarada de interés nacional, requiere la participación de muchos organismos, lo que implica un estudio diferente y específico del mismo.
2. Las víctimas directas por lesiones provocadas por un terremoto son el 80% y las de problemas médicos no traumatológicos (alteraciones cardiocirculatorias, problemas obstétricos, ansiedad, estrés, etc.) un 20%. Las víctimas directas del terremoto tipo, estimadas con SES max, son: 313 muertos y 1.865 heridos de distinta consideración. Estas se han clasificado atendiendo a la localización del traumatismo (siendo los más frecuentes los múltiples, MMII, MMSS y TCE) y por criterios de gravedad, obteniéndose un 4% de víctimas de primera categoría (“rojas”), aproximadamente un 14% de víctimas de segunda categoría (“amarillos”) y en torno al 82% de las víctimas de tercera categoría (“verdes”).
3. La asistencia sanitaria ha de ser escalonada y requiere un despliegue de medios de intervención inmediata, los PSA, que han de ubicarse en las localidades más afectadas, siguiendo el criterio general de un PSA en cada localidad con más de 120 heridos; y también cuando dos localidades contiguas superen dicha cifra. En el caso tipo analizado se establecerán (en 2 horas) un mínimo de PSA en Maracena, Atarfe, Santa Fé, Albolote-Peligros y Pinos Puente (este último con dotación doble). En el caso de no disponer de la infraestructura completa para todos los PSA, estos se establecerán provisionalmente en los Centros de Salud de dichas localidades. Además, en los Centros de Salud que sigan operativos se realizarán funciones de triage y de tratamiento de las víctimas “verdes”. En el aeropuerto de Granada se desplegarán (en menos de 8 horas) UEP y URQ, para estabilización de pacientes críticos, y un Hospital de Campaña (imprescindible para el caso de I=IX o disminución de operatividad de los hospitales de referencia granadinos).
4. En desastres sísmicos, la supervivencia de las víctimas depende del tiempo de rescate, triage y tratamiento urgente de las mismas, siendo críticas las primeras 24 horas. Los Equipos Sanitarios realizan tanto en los PSA como en los Centros Sanitarios, un triage START y en el caso de niños, JumpSTART. Los equipos

- especializados (y voluntarios) que actúen en el rescate harán una clasificación bipolar mantenida de las víctimas o empleará el método SHORT cuando tengan entrenamiento.
5. Tras el triage es urgente un primer tratamiento y estabilización de los pacientes críticos y el traslado de lesionados (según su clasificación) mediante la noria de evacuación. Los PSA y los Centros de Salud enviarán los pacientes “rojos” a los hospitales de Granada, en las primeras 8 horas de la crisis, y posteriormente a las UEP y URQ del aeropuerto. Los pacientes “amarillos” a hospitales fuera de la capital granadina atendiendo a su patología y cercanía y disponibilidad del hospital. Los pacientes “verdes” serán derivados a los centros de salud más próximos. Los hospitales aceptarán todos los pacientes rojos y solo los amarillos directos según su disponibilidad.
 6. El estudio de la vulnerabilidad sísmica de algunas instalaciones hospitalarias de Granada indica que es indispensable una inspección rápida de la seguridad y operatividad de las mismas. Los Hospitales de Apoyo, y especialmente los comarcales de Baza y de Motril, junto con los andaluces de referencia, se han de preparar para recibir y prestar asistencia a las víctimas remitidas desde los PSA y desde los hospitales y clínicas privadas de Granada cuando estos lleguen a su límite operativo.
 7. Se ha de establecer un tanatorio temporal para la identificación víctimas mortales (estimadas en 313) en instalaciones próximas al área de desastre con cámaras frigoríficas, p.e. las de Mercagranada.
 8. Se han de habilitar Centros de Alojamiento de personas sin hogar (35.133) y Centros de Atención Psicológica a las víctimas, familiares y Equipos de Intervención en la crisis sísmica. Estos centros han de tener garantía de seguridad (previa inspección rápida), estar bien comunicados y cercanos a los domicilios de los desalojados. Están indicados para ello los Colegios, Institutos, Universidades, Hoteles, etc. próximos a la zona de daños. Las víctimas que tengan posibilidad, se alojarán en casas de familiares y vecinos.
 9. En toda Actuación Sanitaria en una catástrofe sísmica es esencial la coordinación de todo el Grupo Sanitario, especialmente en las operaciones de asistencia, evacuación, ingresos hospitalarios, movilización de recursos e información necesarias en cada momento; para ello es imprescindible garantizar las comunicaciones de los distintos mandos entre sí.
 10. Para una Actuación Sanitaria eficaz en una emergencia sísmica granadina, como el caso estudiado, es indispensable la formación de todo el personal que participe en dicha Actuación mediante cursos de adiestramiento práctico y realización de simulacros, con el objeto de comprobar el grado de respuesta y operatividad del Plan y aplicar las medidas correctoras pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander DE. Death and injury in earthquakes. *Disasters* 1985; 9: 57-60.
- Alexander DE. Disease epidemiology and earthquake disaster: the example of Southern Italy after the Nov. 23rd, 1980 Earthquake. *Soc Sci Med* 1982; 16:1959-69.
- Álvarez Leiva C. Medicina Prehospitalaria: un nuevo modelo asistencial. [Tesis Doctoral]. Universidad de Sevilla. Sevilla.1992.
- Álvarez Leiva C, Chuliá Campos V, Hernando Lorenzo A. Manual de asistencia sanitaria en las catástrofes. Madrid: ARAN; 1992.
- Álvarez Leiva C. La atención a víctimas en masa. Puesta al día en Urgencias, emergencias y Catástrofes. 1999; 1:48-54.
- Álvarez Leiva y Juárez Torralba J. Guía para la redacción de un proyecto de un sistema de atención médica urgente. Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. 2000; 1 (3): 145-146.
- Álvarez Leiva C, Macías Seda J. Soporte Vital al Atrapado. Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. 1999; 1: 23-25.
- Álvarez Leiva C, Macías Seda J. La organización en los tiempos de crisis. Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. 2000; 1 (2); 85-88.
- Álvarez Leiva C. Atención a Múltiples Víctimas y Catástrofes. Sociedad Española de Medicina de Catástrofes. Madrid: ARAN; 2002.
- Anagnos T, Rojahn C, Kiremidjian A.S. "NCEER-ATC joint study on fragility of building". National Center for Earthquake Engineering Research. Technical Report NCEER-95-0003. State University of New York at Buffalo, Buffalo, N.Y.1985
- Aranda C. El Triage. Cuadernos de Medicina de Emergencias. Sevilla 1994; 3 (2).
- Archea J. Immediate reactions of people in houses. En: Bolin R, editor. The Loma Prieta earthquake: studies of short-term impacts. Monografía 50. Boulder: University of Colorado; 1990. p.56-64.
- Armenian HK, Noji EK, Oganessian AP. Case control study of injuries due to the earthquake in Soviet Armenia. *Bull World Health Organ* 1992; 70: 251-7.
- Arnold C, Durkin M, Eisner R, Whittaker D. Imperial County Services Building: occupant behavior and operational consequences as a result of the 1979 Imperial Valley earthquake. Monografía. San Mateo, CA: Building Systems Development. Inc. 1982.

- Aroni S, Durkin M. Injuries and occupant behavior in earthquakes. En: Proceedings of the Joint US-Romanian Seminar on Earthquakes and Energy. Washington, D.C.: Architectural Research Centers Consortium; 1985. p.3-40.
- Arvidson RM. On some mental effects of earthquake. *Am Psychol* 1969; 24: 605-6.
- ATC-3-06. Tentative provision for the development of seismic regulations for building. Applied Technology Council. California. USA. 1978
- ATC-13. Earthquake damage evaluation data for California. Applied Technology Council, Redwood City, California. USA. 1985.
- ATC-40. Seismic evaluation and retrofit of concrete building. Volume 1 and 2 (appendices). Report No. SSC 96-01. Applied Technology Council, Redwood City, California.USA. 1996.
- Aznavourian, AV. Medical aspects of the consequences of earthquake in Armenia. En: Proceedings of the International Symposium Medical Aspects of Earthquake Consequences in Yerevan, Armenia 9-11 October 1990. Yerevan (Armenia): Armenian Ministry of Health; 1990. p 9-10.
- Barbat, A. H. El riesgo sísmico en el diseño de edificios. Cuadernos Técnicos 3. Calidad Siderúrgica S.R.L. 1998.
- Blanco Muñoz F. J, Correa Ruiz A, Guerrero León R, Álvarez Leiva C. Unidad de Estabilización Prehospitalaria (UEP). Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. 2000; 1 (3): 147-152.
- Benedetti, D, Petrini, V. Sulla vulnerabilità sismica degli edifici in muratura: proposta di un metodo di valutazione. *L'Industria della Costruzioni*. N° 149. Roma. Italia. 1984.
- Benedetti D, Benzoni G, Parisi M.A. Seismic vulnerability and risk evaluation for old urban nuclei. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. 1998; 16: 183-201.
- Bertero V V. Lecciones aprendidas de terremotos catastróficos recientes y otras investigaciones. Madrid 1992: ICCET. Monografía N° 410-411.
- Bilham R. Urban earthquake fatalities a safer world or worse to come?. CIRIES and University of Colorado at Boulder. 2002.
- Blake P. Peru earthquake, May 31, 1970. Report of the CDC epidemiologic team. Atlanta: Center for Disease Control. 1970.
- Bonelli Rubio, J y Esteban Carrasco, L. El sismo de Albolote –Atarfe de 19 de Abril de 1956. Monografía. *Inst. Geog. Cat.*; 1957. Pp16.
- Braga F, Dolce M, Liberatore D. Southern Italy November 23, 1980 earthquake: a statistical study on damage building and an ensuing review of the MSK-76 scale. *Proceeding of the 7th European Conference on Earthquake*. Athens. Greece. 1982.
- Braga F, Dolce M, Liberatore D. Assessment of the relationships between macroseismic intensity, type of building and damage, based on the recent Italy earthquake data. *Proceeding of the 8th European Conference on Earthquake*. Lisbon. Portugal. 1986.

- BSSC. NEHRP Recommended provisions for the development regulation of seismic regulations for new buildings. Part 1, Provisions and Part 2, Commentary. Building Seismic Safety Council. USA. 1991.
- Carrasco Jiménez M. S., Prados Pariente M.C. El manejo prehospitalario del paciente politraumatizado. *Emergencias y Catástrofes* 1999; 1(1): 29-37.
- Carrasco Jiménez M. S. Control del escenario. Procedimientos y materiales. Puesta al día en Urgencias, *Emergencias y Catástrofes*. 1999; 1 (1): 18-22.
- CBSC. California building Code, Title 24, Part 2. California Building Standards Commission. Whittier, CA. 1995
- Castillo G A. Seismic Risk scenarios for buildings in Mérida, Venezuela. Detailed vulnerability assesment for non-engineered housing [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 2005.
- Ceciliano N. The earthquake in Turkey in 1992: a mortality study. *Prehospital and Disaster Medicine*. 1993; 8:139.
- Centers for Disease Control. Earthquake disaster-Luzon, Philippines. *MMWR*. 1990; 39: 573-7.
- Chacón J y López Casado C. Geotechnical site conditions and seismic microzonations of the Granada basin (Spain). *Proceeding del ECE/UN Seminario de predicción de Terremotos, Vol.1, C.S. Lisboa: Oliveira editor*. 1990.
- Chang TS, Pezeshk S, Yiak KC, Kung HT. Seismic vulnerability evaluation of essential facilities in Memphis and Shelby County, Tennessee. *Earthquake Spectra*. 1995; 11 (4): 527-544.
- Chávez J. Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala regional: Aplicación a Cataluña. [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 1998.
- Chávez J, Goula X, Roca A, Maña F, Presmanes J, López Arroyo A. Preliminary seismic risk assessment for Catalonia (Spain). *Proceedin of the Eleven European Conference on Earthquake Engineering*. Paris. 1998.
- Chen Y, Tsoi KL, Chen F, Kam-Ling T, Gao Z, Zou Q. The Great Tangshan earthquake of 1976: an anatomy of disaster. Oxford, UK: Pergamon Press; 1988.
- Cheddadi A. Caracterización sísmica del subsuelo de la ciudad de Granada mediante análisis espectral del ruido de fondo sísmico y la exploración de ondas de cizalla horizontales. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada. España. 2001.
- Coburn A, Spence R. *Earthquake protection*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.; 1992. p.2-12, 74-80, 277-84.
- Coburn A., Spence R. (2002). *Earthquake Protection*. Second Edition, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England. 2002.
- Coburn AW, Spence RJS, Pomonis A. Factors determining human casualty levels in earthquakes: mortality prediction in building collapse. In: *Proceedings of the First International Forum on Earthquake related Casualties*. Madrid, Spain, July 1992. Reston, VA: U.S. Geological Survey.

Coburn AW, Murakami HO, Ohta Y. Factors affecting fatalities and injuries in earthquakes. Internal Report. Engineering Seismology and Earthquake Disaster Prevention Planning. Hokkaido, Japan: Hokkaido University. 1987

Coburn AW, Pomonis A, Sakai S. Assessing strategies to reduce fatalities in earthquakes. In: Proceedings of International Workshop on Earthquake Injury Epidemiology for Mitigation and Response, 10-12 July, 1989, Baltimore. Maryland. Baltimore, MD: Johns Hopkins University; 1989. p.107-32.

Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Requisitos de Uniformidad para manuscritos presentados para la publicación en revistas biomédicas. *Med Clin* 1997; 109: 756-63.

De Bruycker M, Greco D, Lechat MF. The 1980 earthquake in Southern Italy: morbidity and mortality. *Int J Epidemiol* 1985;14:113-7.

Defensor de Granada, El. Noticias de los terremotos de 1884-1885. Publi. en el periódico durante 1884-1885.

Delgado J. Zonificación sísmica de la Vega Baja del Segura: Análisis de la respuesta del suelo. [Tesis Doctoral]. Universidad de Alicante. Pp.307.

De la Torre F, Nolan J, Robertson C, Chamberlain y Baskett P. Recomendaciones 2000 del European Resuscitation Council para un soporte vital avanzado en adultos. Declaración del Grupo de Trabajo sobre soporte vital avanzado. *Medicina Intensiva* 2001; 25 (9): 354 – 363.

De Stefano A, Savia D, Sabia L. Probabilistic neural networks for seismic damage mechanisms prediction. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. U.K.: Jhon & Sons, Ltd. 1999; 28: 807-821.

Di Pascuale. Observed behaviour of Italian hospitals during severe earthquake. Proceeding of Seminar on Seismic Design, Retrofit, and Performance of Nonstructural Components. 1997. ATC-29-1.

Diaz de la Garza JA . Earthquake in Mexico, Sept. 19 and 20 of 1985. *Disaster Chronicles*. Washington, D.C.: Pan American Health Organization. 1987; 3.

Diccionario de la Real Academia de la Lengua. Madrid: Espasa Calpe; Edición 22. 2001.

Diccionario Mosby de la Salud. Madrid: Mosby; 2003.

Diccionario Roche. Barcelona: Doyma; 2003.

Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas. Barcelona: Masson; 1992.

Dobson AJ. Heart attacks and the Newcastle earthquake. *Med J Aust*. 1991; 155: 757-61.

Durkin ME. Behavior of building occupants in earthquake. *Earthquake Spectra*. 1985; 1: 271-83.

Durkin ME. Casualties, search and rescue, and response of the health care system. *Earthquake Spectra*. California. 1987; 3: 127-32.

Durkin ME , Thiel CC, Schneider JE. Injuries and emergency medical response in the Loma Prieta earthquake. *Bull Seismological Society of America* 1991; 81:2143-66.

- Durkin ME. Casualty patterns in 1994 Northridge, California earthquake. Paper No. 979. Proceedings of the 11th World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco. México; 1996.
- Durkin ME, Murakami HO. Casualties, survival and entrapment in heavy damaged buildings. In: Proceedings of the 9th World Conference on Earthquake Engineering. Tokyo: Japan Association for Earthquake Disaster Prevention; 1988: 8. p.977-82.
- EC-SERGISAI. Seismic risk evaluation through intrgrated use of Geographical Information Systems and Artificial Intelligence techniques. Final Report. EC-Porjet SERGICAI; 1998. Contract Number ENV4-CT96-0279. European Commision. Directorede General XII for Science, Reseach and Development.
- Eidinger J, Goettel K. The benefits and cost of seismic retrifits of nonstructural components for hospitals, essential facilities and schools. Proceedings of Seminar on Seismic Design, Retrofit, and performance of Nonstructural Components. ATC-29-1. 1997.
- Eknoyan G. Acute renal failure in the Armenian earthquake. *Kidney Int.* 1993; 44:241-4.
- EMS. European Macroseismic Scale. Grünthal G. Editor. Luxemburg, 1998. Disponible en: http://www.gfz-tdsam.de/pb5/pb53/projekt/ems/eng/index_eng.html.
- EPES/061. Grupo Regional de Emergencias Colectivas y Catástrofes. Asistencia Sanitaria a las Emergencias Colectivas y Catástrofes. Sevilla. 2001.
- EQE. Izmit, Turkey Earthquake of August 17, 1999 (M7.4). An EQE Briefing. Página Web, URL Disponible en: <http://www.eqe.com/revamp/izmitreport/index.html>.
- EQE. September 7, 1999. Athens, Greece Earthquake. Página Web, Disponible en: URL <http://www.eqe.com/revamp/greece1.html>.
- Espinar M, Quesada JJ, Morcillo JD. Terremotos en Granada (Siglos XV-XVI). Edificación y Sismicidad. Granada. Arraez Ed; 1994. Pp 108.
- Espinar, M. Los estudios de Sismicidad Histórica en Andalucía: los terremotos históricos de la provincia de Almería. *Actas Almería*, 1994. p.115-180.
- Espinar, M; Vidal, F.; Esquivel, J. A.; Ocaña, E. y Navarro M. Daños sísmicos del terremoto de Carmona de 1504. *V As. Hisp. Port. de Geodesia y Geofísica*. 2006. Pp 4.
- Feliu Boada, E. Los terremotos. Relación de los ocurridos en las provincias de Málaga y Granada. Monografía. 1885.
- FEMA. Earthquake loss estimation methodology. HAZUS 99. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C. 1999.
- Fernández, J. Identifying and retrofitting high-risk school in Quito, Ecuador. Proceedings of the Elevent World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 999; Acapulco. Mexico. 1996.
- Fernández Fernández R, Cota Delgado F, Funes Morante J. Procedimiento ante catástrofes menores: emergencias limitadas. *Puesta al día en Urgencias Emergencias y catástrofes*. 2000; 1 (2):116-119

- Freeman S. Seismic design guidelines for essential building. Proceeding of the 8th WCEE; 1984.; 1(Pt 715):122. Tokyo. Japan.
- Frechette CN. Rescuing earthquake victims in Armenia. *Plast Reconstr Surg.* 1989; 84: 838-40.
- Garcia LE. The Paez, Colombia earthquake of June 6, 1994. *Earthquake Engineering Research Institute Newsletter.* 1994; 8: 7.
- García Román JL. *Cómo elaborar un proyecto de investigación.* Murcia: Universidad de Alicante; 1995.
- Galbis Rodríguez J. Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5 E y 20 W y paralelos 45N y 25 N. Tomo I. Instituto Geog. Cat. 1931. Pp.807.
- Gallegos H, Ríos R. El Terremoto de Loma Prieta. 17 de Octubre 1989. Centro Regional de Sismología para América del Sur. CERESIS. Lima. Perú. 1990.
- GEOBAL. Plan de Emergencias Sísmicas en las Islas Baleares. Govern de les Illes Balears, Conselleria Interior, Direcció General d'Emergencies. 2004. Vol. 04.04, 104 p.
- Glass RI. Earthquake injuries related to housing in a Guatemalan village. *Science.* 1997; 197: 638-43.
- Goltz JD, Russell LA, Bourque LB. Initial behavioral response to a rapid onset disaster: a case study of the October 1, 1987, Whittier Narrows earthquake. *Int J Mass Emergencies* 1992;10: 43-69.
- Goltz J. The Northridge, California earthquake of January 17, 1994: General reconnaissance report". California: NCEER. Technical report NCEER-94-05.
- Golt J. The 921 Chi-Chi, Taiwan Earthquake of September 21, 1999: Societal Impacts and Emergency Response. Disponible en: URL <http://www.eeri.org/taiwan.htm>.
- Gómez Jiménez J. clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias: hacia un modelo de triage estructurado de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2003; 15(3):165-173.
- Grases J. Performance of hospitals during earthquake. Strategy for vulnerability reduction. Proceedings of the VIII Japanese Symposium on Earthquake Engineering. Tokio. Japan 1990. p. 2211-2216.
- Grases J. Code seismic design criteria for emergency buildings. Proceedings of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering. Madrid. España 1992 Tomo 11. p. 6745-6752.
- Grünthal G. European Macroseismic Scale 1998. Conseil de L'Europe. Cahiers du centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. 1993. Vol.7
- Grünthal G. European Macroseismic Scale 1998. Conseil de L'Europe. Cahiers du centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. 1998. Vol.15
- Grupo de Investigación Operativa de Catástrofes. El manejo de los desastres naturales, especializar la gestión de ayudas. Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. 2003; 4 (2): 103-106.

- Guevara LT. Medical District earthquake planning scenario in Caracas, Venezuela. Proceedings of the Eleventh World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 2065. Acapulco. México. 1996.
- Guevara LT, Álvarez, Y. Functionality of the architectural program in the remodelling of existing hospitals in seismic zones of Venezuela. Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 0275. Auckland. New Zealand. 2000.
- Gutenberg B, Richter C. Seismicity of the earth and associated phenomena. Princeton University Press, New-Jersey. 1954.
- Gulkan P. and Ergunay O. Case Study of Erzincan - Earthquake of 13 March 1992. Disaster Management Training Program Turkey Country Course. Ankara: United Nations Disaster Relief Organization. May 1992 Hall JF. The January 17, 1994 Northridge, California earthquake: an EQE summary report. San Francisco: EQE International. 1994.
- Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL. Recomendaciones 2000 del European Resuscitation Council para el soporte vital básico en adultos. Comunicado del Grupo de trabajo de soporte vital básico y Desfibrilación Externa Automática. Medicina Intensiva. 2001; 25 (9): 344-350.
- Haynes BE. Medical response to catastrophic events: California's planning and the Loma Prieta earthquake. Ann Emerg Med. 1992; 21: 368-474.
- Hays WW. Perspectives on the International Decade for Natural Disaster Reduction. Earthquake Spectra. 1990; 6: 125-43.
- HAZUS-99-SR2. Hazus Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, FEMA and National Institute of Building Sciences, NIBS, Washington D.C. 2002. Vol. 1,2,3.
- Hernández Vaquero D. El artículo científico en biomedicina. Normas para la Publicación de Trabajos. Barcelona: Ciba-Geigy; 1997.
- Hernando Lorenzo A, Anderiz Cebrian A, Moreno Millán E. Terremotos, huracanes y Volcanes. En: Álvarez Leiva C, Chuliá Campos V, Hernando Lorenzo A. Manual de asistencia sanitaria en las catástrofes. Madrid: ARAN; 1992. p. 227-231.
- Hernando Lorenzo A., Rodríguez Serra M., Sánchez-Izquierdo Riera J.A. Soporte Vital Avanzado en Trauma. Plan Nacional de Resucitación Cardiopulmonar. Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. Barcelona: Masson, 2005.
- Hingston RA, Hingston L. Respiratory injuries in earthquakes in Latin America in the 1970s: a personal experience in Peru, 1970; Nicaragua, 1972-73; and Guatemala, 1976. Disaster Med. 1983; 1: 425-6.
- Iglesias Asenjo S. Estudio de Riesgos Naturales del Municipio de Granada. Delegación de Protección Ciudadana, Tráfico y transportes. Servicio Contra incendios y de Protección Civil. Ayuntamiento de Granada. 2002.
- Internacional Steering Comité of Medical Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Br Med J. 1997; 1: 532-5.

INTERPOL, International Criminal Police Organization. Disponible en: <http://www.interpol.int/Public/DisasterVictim/default.asp>.

ISDR (International Secretariat for Disaster Reduction). Countering Disasters; Targeting Vulnerability. Information Kit of the 2001 World Disaster Reduct. Campaign, United Nations. 2001. Disponible en: <http://www.unisdr.org/unisdr/camp2001.htm>.

ITGE: Estudio de riesgos naturales en la ciudad de Alcoy. 1990. Pp 214.

ITGE: Estudio de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica en Lorca y su término municipal. 1992. Pp 143.

Jones NP. Proceedings of the International Workshop on Earthquake Injury Epidemiology for Mitigation and Response, 10-12 July, 1989. Baltimore, MD: Johns Hopkins University. 1989.

Jones NP, Wagner RM, Smith GS. Injuries and building data pertinent to the Loma Prieta earthquake: County of Santa Cruz. In: Proceedings of the 1993 National Earthquake Conference, 2-5 May, 1993, Memphis, Tennessee. Monografía 5. Memphis: Central U.S. Earthquake Consortium; 1993. p. 531-40.

Katsouyanni K, Kogevinas M, Trichopoulos D. Earthquake-related stress and cardiac mortality. *Int J Epidemiol.* 1986; 15: 326-30.

Kinston W, Rosser R. Disaster: Effects on mental and physical state. *Journal of Psychosomatic Research.* 1974; 18: 437-456.

Koçak D., Gönen A., İnan E., Güler H. Early damage assessment system for earthquakes". *Turkish Red Crescent / DOC.* 2004.

Leor J, Poople WK, Kloner RA. Sudden cardiac death triggered by an earthquake. *N Engl Med.* 1996; 334 (7): 413-9.

Ley 2/1985, del 21 de Enero, de Protección Civil (BOE, 25/01/85).

Ley 2/2002, de 11 de Noviembre, de Gestión de Emergencias de Andalucía.

López Casado,C.,Sanz de Galdeano,C., Molina, S and Henares, J. The structure of the Alboran Sea: an interpretation from seismological and geological data. *Tectonophysics* 2001; 338: 79-95.

Magaña Bisbal L. Datos históricos sobre Baza. En: García Paredes A. Baza histórica. Asociación Cultural de Baza. 1978.

Malilay JM. Comparison of morbidity patterns in two hospitals following the September 19, 1985 earthquake in Mexico City. Washington, D.C.: Pan American Health Organization. 1986.

Malilay JM. Medical and healthcare aspects of the 1992 earthquake in Egypt. Report of the Earthquake Engineering Reseach Institute Reconnaissance Team. Oakland: Earthquake Engineering Research Institute. 1992.

Martín AJ. Riesgo sísmico en la Península Ibérica. [Tesis Doctoral], Universidad Politécnica de Madrid. 1984. 2 tomos.

- Martín AJ. Evaluación De la Peligrosidad Sísmica y de los Daños que un terremoto catastrófico ocasionaría a la población y a las viviendas en Andalucía. IGN, Sevilla. 1986.
- Martín AJ, García Yagüe A. Estimación, para su aplicación a Protección Civil, de los daños que un terremoto catastrófico ocasionaría en Andalucía. IGN Monografía nº 17. 1986.
- Martín AJ. Probabilistic seismic hazard análisis and damage assesment in Andalucía (Spain). *Tectonophysiss* 1989; 167: 235-244.
- Martínez-Zaldívar R T. Organización Sanitaria en Catástrofes. *Actualidad Médica*. Real Academia de Medicina. 1994 (IV-V); Tomo 80 (734 y735): 449-457.
- MCEER. Kokaeli (Izmit) Earthquake of August 17, 1999. *Bolletin of the Multidisciplinary Center for Earthquake Research*. Volume 13. Number 3. Buffalo, New York, USA. 1999.
- Medicina Clínica. Manual de estilo. Barcelona: Doyma; 1993.
- Mehrain M. A reconnaissance report on the Iran earthquake. *National Center for Earthquake Engineering Research Bulletin* 1991; 5: 1-4.
- Memarzadeh P. The earthquake of August 31, 1968, in the south of Khorasan, Iran. In: *Proceedings of the Joint IHF/1UA!UiVDRO/WHO Seminar*. Manila: World Health Organization Regional Office;1978. p.13.
- Mikaelyan AL, Belorusov O, Lebedeva RN, Buniatian AA, Efuni SN, Shbalin AI, et al. The experience of the All-Union Surgery Scientific Center of the USSR Academy of Medical Scientific Center of the USSR Academy of Medical Sciences and its branch in the treatment of the Armenian earthquake victims. In: *Proceedings of the International Conference on Disaster Medicine, Moscow, 22-23 May 1990*. Moscow: Ministry of Health. 1990; 1: 467.
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: Real Decreto 2543/1994, del 29 de Diciembre (BOE, 08 /02 /95).
- Ministerio de Justicia e Interior (BOE 25 / 05 / 95): Resolución de 5 de Mayo de 1995, de la Secretaria de Estado e Interior.
- Mitchell WA, Wolniewicz R, Kolars JF. Predicting casualties and damages caused by earthquakes in Turkey: a preliminary report. Colorado Springs, CO: U.S. Air Force Academy; 1991.
- Moliner M. *Diccionario del Uso del Español*. Madrid: Gredos; 1998.
- Monti G, Nuti C. A procedure for assessing the functional reliability of Hospital Systems. *Structural Safety* 1996; 18 (4): 277-292.
- Monti G, Nuti C, Santini S. Seismic assesment of hospital systems. *Proceeding of the 11th World Conference on Engineering Earthquake*. Paper no. 974. Acapulco. México. 1996.
- Morán S, Vidal F, Feriche M. Evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Informe Interno Granada 2005. 85 pp..

Morán S. Mitigación de riesgos sísmicos en edificios hospitalarios. Aplicación a dos casos: España y México. Tesis de Master. UNAM. 2006. 249 pp.

Morales J, Ibañez JM, Vidal F, De Miguel F, Alguacil G, and Seo K. Site amplification in the Granada basin (Southern Spain) based on site dependent coda-q value. *Int. Symp. Effects of Surf. Geol. On Seismic Motion, ESG, Odawara, Japan.* 1992. Vol. I, 329-332.

Morales S J. Caracterización de la respuesta sísmica local en las cuencas de Granada (España) y Ciudad Guzmán (Méjico) mediante el análisis espectral de microtemores y terremotos. [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 1991.

Moreno Millán E. La respuesta al 11-M: un modelo de efectividad y calidad profesional y de entrega humanitaria. *Emergencias* 2004; 16(2): 49-50.

Nagarajaiah, S. Seismic performance of base isolated bulgings in the 1994 Northridge earthquake. *Proc. 11th WCEE.* Paper nº 598. Acapulco. México. 1996.

NCSE-94. Norma de la Construcción Sismorresistente Española: Parte general y edificación. Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre. BOE núm 244.

NCSE-02. Norma de la Construcción Sismorresistente Española, 1994. Real Decreto 2543/1994 de 29 de Diciembre por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación. BOE núm 33, miércoles 8 de Febrero de 1995. p. 3935-3980.

National Safety Council (NSC). *Accident facts.* Chicago: National Safety Council. 1989.

Noji EK, Sivertson KT. Injury prevention in natural disasters: a theoretical framework. *Disasters.* 1987; 11(4): 290–6.

Noji EK. Training of search and rescue teams for structural collapse events: a multidisciplinary approach. In: Ohta M, Ukai T, Yamamoto Y, editors. *New aspects of disaster medicine.* Tokyo; Japan: Herusu Publishing Co., Inc.; 1989. p.150-5.

Noji EK. Need for a sound research program on earthquake epidemiology. In: Hays WW, ed. *Proceedings of a meeting of the U.S. working group on earthquake-related casualties.* Reston, VA: U.S. Geological Survey; 1990. p. 71–80. (Open-file Report 90-244.)

Noji EK, Jones NP. Hospital preparedness for earthquakes. In: Tomasik KM, editor. *Emergency preparedness: when the disaster strikes.* Plant, Technology & Safety Management Series. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission on the Accreditation of Health Care Organizations; 1990. p. 13–20.

Noji EK, Kelen GD, Armenian HK, Oganessian A, Jones NP, Silverston KT. The 1988 earthquake in Soviet Armenia: a case study. *Ann Emerg Med* 1990; 19: 891-7.

Noji EK. Medical consequences of earthquakes: coordinating medical and rescue response. *Disaster Management* 1991; 4: 32-40.

Noji EK. Natural disasters. *Crit Care Clin* 1991; 7: 271-92.

Noji EK. Acute renal failure in natural disasters. *Ren Fail.* 1992; 14: 245-9.

Noji EK . Medical and health care aspects of the Spitak-88 earthquake. In: *Proceedings of the International Seminar on the Spitak-88 Earthquake, 23-26 May, 1989, Yerevan,*

- S.S.R. of Armenia. Paris: U.N. Educational, Scientific and Cultural Organization; 1992. p.241-6.
- Noji EK. The Public Health Consequences of Disasters. New Cork: Oxford University Press, 1997.
- Noji EK, ed. Impacto de los desastres en la salud pública. Bogotá, Colombia: Organización Panamericana de la Salud; 2000.p.484.
- Norma Básica de Protección Civil. (BOE, 01/05/92).Real Decreto 407/1992, del 24 de Abril.
- Núñez Rastrollo J, Padilla Cáceres I. Kits de emergencias. Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes 2002; 3 (4): 199-210.
- Nuti C, Vanzi I. GHOST: A procedure and a program for the postearthquake scenario and probabilistic analysis of a regional hospital's network performance. Reporti n° 1/99. Università degli Studi Gabriele D' Annunzio de Chieti. Chieti. Italia. 1999.
- Okada et al. Improvement of seismic performance of reinforced concrete school building in Japan. Part 1: Damage survey and performance evaluation after 1995 Hyogo-ken Nambu earthquake. Proceedings of the 12th WCEE. Paper No. 2421. Auckland. New Zealand. 2000.
- OPS. Organización de los Servicios de Salud para situaciones de desastre. Organización Panamericana de la Salud/ Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Washington. Publicación Científica n° 443. 1983.
- OPS. Terremoto en México 1985. Organización Panamericana de la Salud. Crónicas de Desastres N°3. Washington, D.C. 1987.
- OPS. Mitigación de desastres en las instalaciones de Salud. Evaluación y reducción de la vulnerabilidad física y funcional. Organización Panamericana de la Salud. (cuatro volúmenes). Washington, D.C. 1993.
- OPS/OMS. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, Organización Panamericana de la Salud/ Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Washington. 1999. Disponible en:
<http://www.paho.org/spanish/ped/pedsres.htm>.
- Organización Panamericana de la Salud. Los desastres naturales y la protección de la salud. Washington, D.C.: OPS; 2000 (publicación científica No. 575).
- OPS. Terremotos en El Salvador, 2001. Crónicas de desastres N° 11. Organización Panamericana de Salud. Washington, D.C. 2002. Pp 222.
- Peláez MJA. Agregación y desagregación de aceleraciones esperadas en la Península Ibérica utilizando sismicidad de fondo. [Tesis Doctoral]. Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior, Facultad de Física, Jaén. 2000. ISBN: 84-8439-021-7.
- Peláez MJA, López Casado C . Seismic Hazard Estimate at the Iberian Peninsula. Pure and Applied Geophysics. 2002; 159: 2699-2713.
- Peláez Corres MN, Alonso Jiménez-Bretón J, Gil Martín FJ, Larrea Redín A, Buzón Gutiérrez C, Castelo Tarrío I. Método SHORT. Primer Triage Extrahospitalario ante Múltiples Víctimas. Emergencias 2005; 17: 169-175.

- Plan Andaluz de Catástrofes.1992. Documento interno no publicado.
- Plan de Emergencia Sísmico de la Provincia de Granada (PESIGRA). Gobierno Civil de Granada. 1996.
- Plan territorial de Emergencias de Andalucía (PTEAnd). Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía. 1999.
- Plan Especial de Emergencias Sísmicas de Cataluña (SISMICAT). DGPC. 2003.
- Plan Especial de Emergencias Sísmicas en las Islas Baleares (GEOBAL). DGPC. 2005
- Pesqueira Alonso E. Protocolo de campo para el coordinador sanitario de accidentes de múltiples víctimas. *Emergencias* 2001; 13(5): 310-318.
- Pina Rubio F. Las comunicaciones en catástrofes. En: Álvarez Leiva C, Chuliá Campos V, Hernando Lorenzo A. Manual de asistencia sanitaria en las catástrofes. Madrid: ARAN; 1992. p. 31-147.
- Poirier y Thaher. Historical Seismicity in the near and middle East. North Africa, and Spain from Arabia documents (VIIIth- XVIIIth Century). *Bull. Seism. Soc. Am.* 1980, 70 (6): 2185-2201.
- Posadas A, Navarro M, Vidal F, Ocaña, E. Spatial and temporal analysis of the seismic series of Murcia earthquakes (1999, 2002 and 2005) by using principal components method. First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology. Geneve. Suiza. 2006.
- Pretto E, Safar P. Disaster reanimatology potentials revealed by interviews of survivors of five major earthquakes. *Prehospital and Disaster Medicine* 1993; 8: 139.
- Pretto EA, Angus DC, Abrams JI. An analysis of prehospital mortality in an earthquake. *Prehospital and Disaster Medicine* 1994; 9: 107-24.
- Real Decreto 1378/1985, de 1 de Agosto (BOE, Número: 191 11/08/85),
- Real Decreto 407/1992, del 24 de Abril, por el que se aprueba la "Norma Básica de Protección Civil". (BOE, 01/05/92).
- Real Decreto 997/2002, de 27 de Septiembre (BOE 11/10/02), del Ministerio de Fomento, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- Resolución del 17 de septiembre de 2004 (BOE Nº 238 de 2 Octubre 2004), de la Subsecretaría, ordena la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, del 16 de Julio de 2004, por el que se modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo sísmico.
- Rahimi M, Azevedo G . Building content hazards and behavior of mobility-restricted residents. In: Bolton P, editor. The Loma Prieta, California, earthquake of October 17, 1989-public response. USGS Professional Paper 1553-B. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1993. p.BS1-B62.
- Rincón Marchán Y, Martín Ruiz Y. Amenazas naturales y tecnológicas, causas y efectos: sismos. *Puesta al día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes* 2003; 4 (1):32-48.

- Roces MC, White ME, Dayrit MM, Durkin ME. Risk factors for injuries due to the 1990 earthquake in Luzon, Philippines. *Bull World Health Organ* 1992; 70: 509-14.
- Ríos R. El terremoto de Méjico del 19 de Septiembre de 1985. Centro regional de Sismología para América del Sur. CERESIS. Lima. Perú. 1986.
- Rodríguez M. Manual de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones. Serie No. 569. Instituto de Ingeniería UNAM. Coyoacán, D.F. México. 1995.
- Ruano M. Manual de Soporte Vital Avanzado. Consejo español de RCP. Masson, 3ª ed. Barcelona, 2003.
- Rutenberg A, Jennings PC, Housner GW. The response of veterans hospital building 41, in the San Fernando earthquake. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, John Wiley and Sons, Ltd. 1982.; Volumen 10.
- Rutenberg, A. *Earthquake Engineering*. Ed. Balkema. Rotterdam. 1994.
- RISK-UE. An advance approach to earthquake risk scenarios with application to different European towns. European Commission. 2001. CEC Contract Number: EVK4-2000-00513. Disponible en: URL <<http://www.chez.com/riskue/>>
- Safar P., Cerebral resuscitation. *Ann Emerg Med*. 1993 Apr; 22(4): 759.
- Safina, S. Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones esenciales. Revisión del estado del arte. [Tesis de Maestría] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. 1998.
- Safina, S. Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. [Tesis Doctoral]. Univ. Polit. Cataluña. Barcelona. 2002
- Sánchez Navarro-Newman M. Datos referentes a la Sismicidad de la porción oriental de la península Ibérica. *Mem. R. Acad. Cienc. Y Artes de Barcelona* 1917; XIII (8): 179-188.
- Sánchez Navarro-Newman M. Bosquejo sísmico de la Península Ibérica. *Obs. De Cartuja. Monografía. Granada. 1920. Pp 68.*
- Sanz de Galdeano C. Localización geográfica y geológica de la cuenca de Granada. Principales rasgos estratigráficos en la cuenca de Granada. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes (Sanz de Galdeano C, Peláez JA y López Garrido AC, Eds). Univ. De Granada. 2001. p. 3-9.
- Sanz de Galdeano, C. Las fallas del sector Nororiental de la cuenca de Granada. La cuenca de Granada. Estructura, Tectónica activa, Sismicidad, Geomorfología y dataciones existentes. Publicación del CSIC-Universidad de Granada (Proyecto PB97-1267-C03 (DGESIC) Grupo RNM 217 (Junta de Andalucía). 2001. p. 117-120
- Sanz de Galdeano C, Peláez Montilla JA, López Garrido AC. La Cuenca de Granada (Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dotaciones existentes). 2002. Proyecto PB97-1267-C03 (DGESIC) Grupo RMN 217 (Junta de Andalucía).
- Sarria A. Terremoto de México del 19 de Septiembre de 1985. Colombia: Compañía Central de Seguros. 1986.

SEAOC . Performance based seismic engineering of building. VISION 2000 Committee. Structural Engineering Association of California. Sacramento, CA. 1995.

SEAOC. Recommended lateral force requirements and tentative commentary. Seismology Committee. Structural Engineering Association of California. Sacramento, CA. 1988.

Serna A, Serna MP. La tesis doctoral de medicina. Madrid: Díaz Santos; 1995.

SES 2002. Simulador de Escenarios Sísmicos (SES 2002). Estimación rápida preliminar de daños potenciales en España por terremotos. Manual de usuario. Dción. Gral. de Prot. Civil. Disponible en: www.proteccioncivil.org/pefn/gt/manuales/m_usuario.pdf

SES 2002. Simulador de Escenarios Sísmicos 2002. Dirección General de Protección Civil. CD Rom. DGPC (ed).2002.

Sevda Özdoğan. Thorax and lung injuries arising from the two earthquake in Turkey in 1999. Chest 2001; 120: 1163-1166.

Sierra Bravo R. Tesis Doctorales y trabajos de investigación científica. Madrid: Paraninfo; 1986.

SISMICAT (2002). Plan Especial de Emergencias Sísmicas en Cataluña. Institut Cartogràfic de Catalunya, 340 p.

Showalter PS, Myers MF. Natural disasters in the United States as release agents of oil, chemicals, or radiological materials between 1980-1989: analysis and recommendations. Risk Anal 1994; 14:169-82.

Staehlin, W. (1997). Seismic design and performance of non-structural components in hospitals. Proceedings of Seminar on Seismic Design, Retrofit, and Performance of Nonstructural Components. ATC-29-1. 1997; pp 469-473.

Strefer M. R. Preshospital Triage. Emerg Med Serv. 1998; 27(6): 21, 23-27.

Thiel C, Zsutty T, Tokas C, Campbel P. Seismic retrofit on non-structural components in acute care hospitals: Title 24, Part 2, Chapter 16, Division III-R Requirements. Proceedings of Seminar on Seismic Design, Retrofit, and Performance of Nonstructural Components. ATC-29-1. 1997; p. 475-489.

Tiedemann, H. Earthquake and Volcanic Eruptions. Ed. Swiss Re. Zurich. 1992. 951 pp.

Trichopoulos D, Katsouyanni K, Zavitsanos X . Psychological stress and fatal heart attack: the Athens 1981 earthquake natural experiment. Lancet 1983; 1: 441-3.

Tyhurst J S. Psychological and social aspects of civilian disaster. Can. Med. Assoc. J. 1957; 76: 385-393.

Udías A. El terremoto del 21 de Julio de 365, erróneamente atribuido a la costa de Málaga. Sism. Hist. de la P.I., Madrid 1983. p. 53-55.

UNDRO. Natural disasters and vulnerability analysis. Report of Expert Group Meeting 9-12. Geneva. 1997.

UNESCO. (1980). Terremotos. Evaluación y mitigación de su peligrosidad. Editorial Blume, Barcelona. ISBN 84-7031-155-7.

- United States Geological Survey (USGS). (2000). Implications for Earthquake Risk Reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, Earthquake of August 17, 1999, Downloaded at: <http://pubs.usgs.gov/circ/2000/c1193/>.
- U.N. Economic Commission for Latin America (ECLAC). The tsunami of September 1992 in Nicaragua. Santiago, Chile: ECLAC. 1992.
- U.S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration and U.S. Department of Interior, Geological Survey. Earthquake history of the United States. rev. ed. with supplement for 1971-1980. Boulder, CO; 1982. Pub. No.41-1.
- U.S. Agency for International Development (USAID) (1978). Case report: Guatemala earthquake 1976. Washington, D.C.: USAID; 1978.
- Uzcategui A. Seismic Evaluation of Belen church in Merida, Venezuela. Proceeding of the 11th World Conference on Engineering Earthquake. Paper no. 783. Acapulco. Mexico. 1996.
- Valenzuela GA. Estrategias y propuestas de intervención de los equipos de identificación en grandes catástrofes. Ciencia Forense. Revista aragonesa de Medicina Legal 2005; 7: 11-34.
- Valenzuela G A. Aspectos médico legales de las víctimas mortales en grandes catástrofes. Módulo de transporte sanitario y Emergencias Colectivas y Catástrofes. Máster en Urgencias y emergencias de la Universidad de Granada. Sep. 2002.
- Valverde Villarejo B. transmisiones en Catástrofes. IV Máster de Medicina de Emergencias. Sevilla 1993.
- Vanzi, I. Seismic reliability of electric power networks: Methodology and application. Structural Safety 1996; 18 (4): 311-327.
- Vidal F. Neotectónica y sismicidad de la Depresión de Granada. Energía Nuclear; 1984 N149-150:267-275.
- Vidal F. 1986. Sismotectónica de la región Béticas- Mar de Alborán. [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 1986.
- Vidal F. Análisis de la Sismicidad histórica de Andalucía. (Revisión de los principales terremotos históricos ocurridos en los 10 últimos siglos). Observatorio Universitario de Cartuja. Universidad de Granada. 1988.
- Vidal, F.; del Castillo, G.; Granada facing an earthquake. NATO Advanced workshop on an evaluation of guidelines for developing earthquake scenarios for urban areas. Istanbul, 8-11 octubre de 1993.
- Vidal F. Sacudidas sísmicas, vulnerabilidad, daños sísmicos y evaluación post-terremoto de la seguridad de edificios". En Inspección y Clasificación de la Seguridad de las construcciones. Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental. 1994. p. 1-42.
- Vidal F. Medidas Preventivas y de Protección frente a terremotos. ISBN 84-6049167-6. Imprenta Gráficas del Sur. Granada. 1994. pp16.
- Vidal F. Terremotos, sacudidas sísmicas y daños sísmicos. En Curso de Riesgos Naturales. Universidad Internacional de Andalucía. La Rábida. 1994. p. 1-40.

Vidal F, Morales J. Mapas predictivos del movimiento del suelo en áreas urbanas para el desarrollo de Escenarios de Daños Sísmicos. Libro Homenaje a Fernando de Miguel. 1995.

Vidal F, Feriche M, Navarro M. Estimación de daños sísmicos en áreas urbanas para la planificación de emergencias sísmicas. Universidad de Granada. Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Granada. España. 1996.

Vidal F. Peligrosidad, Vulnerabilidad y Daños Sísmicos. Conferencia de la Norma de Construcción Sismorresistente Española 2002. Colegio de Arquitectos. Granada 2005.

Villanueva E, Castilla J. Identificación en el cadáver. En: Gisbert Calabuig, Medicina legal y toxicología. 6ª edic. Barcelona, Ed. Masson, 2004: 1300-1309.

Ville de Goyet C, Jeanne E. Epidemiological data on morbidity and mortality following the Guatemala earthquake. IRCS Medical Sciences: Social and Med 1976; 4: 212.

Wagner RM, Jones NP, Smith GS, Kringold F. Study methods and progress report: a case-control study of physical injuries associated with the earthquake in the County of Santa Cruz. In: Tubbesing SK, editor. The Loma Prieta, California, earthquake of October 17, 1989-Loss estimation and procedures. USGS Professional Paper 1553-A. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1993. p.A39-A61.

Zonno G. Assessing seismic risk at different geographical scales: Concepts, tools, and procedures. Proceeding of the Eleventh European Conference on Earthquake Engineering. Rotterdam. 1998.

Zonno G. et. al., Carrara P. and Musella D., García-Fernández M. and Jimenez M. J., Canas J. A. et. al., Soeters R. and Terlien M. T. J., Cherubini A. et. al., Wagner J. J. and Rosset P. Assessing seismic risk at different geographical scales: concepts, tools and procedures. Proceedings of the 11th European Conference on Earthquake Engineering, Balkerna, Rotterdam. 1998. ISBN 90 5410 982 3.

ANEXOS

ANEXO 1

GLOSARIO DE TÉRMINOS DE USO MÁS FRECUENTE RELACIONADOS CON LAS EMERGENCIAS SÍSMICAS.

Accidente: Es un suceso desgraciado que sobreviene de forma fortuita, con ocasión del trabajo o actividad habitual, y que provoca en el organismo una lesión o una alteración funcional permanente o pasajera.

Apoyo logístico: El apoyo en abastecimientos y suministros que ejecuta un órgano logístico a un equipo durante el desarrollo de una misión.

Área de Base: Sector de concentración de recursos disponibles que intervienen en el salvamento y socorro.

Área de estabilización. Espacio asistencial fijo, móvil o eventual, con capacidad de prestar asistencia a nivel de soporte vital avanzado, inmovilización y excepcionalmente cirugía de urgencia vital.

Área de salvamento: Parte de la superficie ocupada por un terremoto donde tiene lugar el rescate, primer contacto y transporte inicial de las víctimas.

Área de socorro: Primer área accesible de un terremoto a la que pueden llegar los medios avanzados de asistencia médica urgente. En ella se establece el triage de las víctimas y la primera asistencia.

Cataclismo: Situación de emergencia colectiva, en particular referida a conflictos derivados de grandes trastornos físicos del globo terráqueo, cuyo efecto es la destrucción general de amplias zonas de terreno (terremoto, volcanes, etc.). *Cataclismo sísmico*, cuando el terremoto afecta a un territorio muy extenso causando graves daños, p.e. los sismos de Sumatra de 2004, de Alaska de 1964, de Chile de 1960, etc.

Catástrofe: Una catástrofe es un suceso inesperado que se instaura de forma rápida, que afecta a un amplio sector de la población, es de gran importancia, produce destrozos notables humanos y materiales, supone una desproporción entre necesidades y medios de auxilio que obliga a la intervención de medios extraordinarios, siendo estas dos últimas características las fundamentales de una situación de catástrofe sanitaria.

Desastre: Este concepto engloba en general a todos los demás, aunque está más estrechamente relacionado con aquellos determinados por causas naturales y las guerras. Se trata de una desgracia grande, suceso infeliz y lamentable. En *desastre sísmico* hay una connotación a la influencia de las acciones humanas en la naturaleza que hace más destructor y dañino un sismo, p.e. construcciones muy vulnerables hacen mayor el número de víctimas o edificaciones esenciales vulnerables (y entre ellas las sanitarias) hacen más difícil la recuperación y atención a lesionados y la restauración y recuperación de la población de la zona afectada.

Emergencia: Situación, generalmente de brusca aparición, en la que existe un serio compromiso para la vida o riesgo de secuelas irreversibles, caso de no instaurarse de inmediato una serie de cuidados y procedimientos de soporte vital y estabilización. Este término se identifica tanto a nivel del usuario como de servicios sanitarios, con situaciones que precisan recursos humanos y técnicos, específicos para resolver momentos críticos. **Emergencia sísmica:** Es aquella producida por un terremoto destructor que genera graves daños a la población y en la que la respuesta de rescate, clasificación, traslado y tratamiento sanitario de las víctimas ha de hacerse muy rápidamente ya que la efectividad de esta intervención es óptima en las primeras 24 horas y decrece rápidamente tras las 48 horas.

Gestión de crisis: La coordinación general de la respuesta frente a una crisis de forma eficaz y rápida con el objeto de evitar o minimizar el daño.

Gestión de Emergencias: Organización y Gestión de recursos y responsabilidades para el manejo de todos los aspectos de las emergencias, en particular, preparación, respuesta y rehabilitación.

Medicina prehospitalaria: Es una disciplina sanitaria dirigida a la asistencia inmediata, puntual y cualificada de pacientes en situación crítica, antes de su ingreso en un hospital. Ante una crisis sísmica, la medicina prehospitalaria despliega sus capacidades dentro de un sistema asistencial multidisciplinario, del que participan usuarios, personal sanitario, fuerzas de seguridad, personal de apoyo, unidades de transporte y una malla de transmisiones. Por ello la medicina prehospitalaria incluye la integración dentro de un sistema formado por un conjunto de elementos multidisciplinarios que, coordinados, responden a una demanda asistencial colectiva provocada por un terremoto.

Plan de emergencia: Es el mecanismo que determina la estructura jerárquica y funcional de las autoridades y organismos llamados a intervenir en situaciones de emergencia o catástrofe. **Plan de emergencia sísmico:** Plan de acción para comenzar inmediatamente a prevenir la pérdida de vidas y minimizar los daños a las personas y la propiedad en caso de emergencia sísmica.

Plan de actuación sanitaria: Plan de intervención sanitaria inmediatamente después de una emergencia sísmica, encaminado a organizar la asistencia sanitaria eficaz de las víctimas, comenzando con el rescate de las mismas, triage, tratamiento y evacuación hospitalaria, gestionando los recursos móviles y fijos que sean necesarios para salvar el mayor número de vidas.

Plan de evacuación: Es el conjunto de normas que tienen por objeto regular la transferencia de heridos y enfermos, en las mejores condiciones, hasta los centros sanitarios en los que deben ser atendidos.

Puesto de Mando Sanitario Avanzado: Es el espacio eventual de toma de decisiones sanitarias. Punto en el que se gestiona y distribuyen los recursos humanos y técnicos en la zona de operaciones, y se concentra la información sanitaria del terremoto.

Siniestro: Puede considerarse como todo evento de desestabilización social en la que entran en juego las fuerzas de la naturaleza, y en el que el papel del hombre por su

comportamiento o acción, puede ser considerado como el factor desencadenante (alud producido por un montañero).

Triage: Clasificación continuada de los pacientes adecuando los recursos disponibles a las posibilidades sanitarias, estableciendo las prioridades de su uso con criterios cuantitativos de resultados asistenciales finales. Tiene como objeto, la toma de decisiones sanitarias en función del nivel de gravedad de las víctimas, de una manera rápida y eficaz.

Urgencia: Denominación genérica de las afecciones que precisan la instauración inmediata e ineludible de un tratamiento adecuado. Toda situación de pérdida de salud (crítica o no) que se produzca en un individuo sin participación de fuerza o condicionamiento externo. Tiene condicionamientos subjetivos, sociales y culturales, no necesariamente ligados a criterios objetivos de gravedad. En los últimos decenios se ha confundido ampliamente la medicina de urgencia con la patología médica aguda.

ANEXO 2

GLOSARIO DE TÉRMINOS SÍSMICOS RELACIONADOS CON LAS EMERGENCIAS SÍSMICAS.

Amplificación sísmica. (*Seismic ground amplification*).- Fenómeno por el que se incrementan los efectos de un terremoto en un sitio determinado debido a la estructura de los sedimentos, a una focalización de las ondas sísmicas, a la topografía terrestre, o a la topografía del basamento. Esta amplificación es dependiente de la frecuencia.

Atenuación. (*Attenuation*).- Decrecimiento de la energía sísmica con la distancia desde la fuente sísmica. Disminución de la amplitud de las ondas sísmicas en su propagación. El término atenuación se aplica también al decrecimiento de diversas variables como la energía, aceleración del terreno, velocidad del terreno, intensidad, etc.

Ciclo sísmico. (*Seismic cycle*).- Repetitividad o recurrencia con que se da un fenómeno sísmico en una fuente sismogénica (falla), pero no la periodicidad de dichos sismos

Corteza. (*Crust*).- La capa exterior delgada de la Tierra situada por encima de la discontinuidad de Mohorovicic. Es menos densa que el manto. La corteza, sobre todo su capa superior, es una capa frágil.

Escala de intensidad EMS. (*EMS scale*).- Escala de intensidad macrosísmica de 12 grados derivada de la escala MSK, que mide la severidad sísmica del movimiento del terreno en cada lugar específico. Se designa con números romanos. Esta escala hace una clasificación de las intensidades en función de los grados de los efectos.

Escala de Richter. (*Richter scale*).- Es la escala de magnitud de los terremotos, propuesta por Charles Richter en 1935 para clasificar el tamaño de los terremotos en función del logaritmo de la amplitud registrada a una cierta distancia. El terremoto más grande registrado hasta el momento es el de Chile de 1960 que alcanzó el valor 9.5.

Escenario de daños sísmicos. (*Earthquake damage scenario*).- Características de la distribución de los daños y su incidencia en la población a partir de los parámetros de un terremoto que pueda ocurrir teniendo en cuenta además los efectos de propagación, de sitio, la vulnerabilidad de los elementos en riesgo, los factores de riesgo, etc. Generalmente se simulan los efectos dañinos sobre personas, construcciones e instalaciones vitales para cada gran terremoto que pueda ocurrir en un futuro.

Escenario sísmico. (*Earthquake scenario*). Características de la distribución de las intensidades obtenidas a partir de los parámetros de un terremoto que pueda ocurrir teniendo en cuenta además los efectos de propagación, los de la geología local y los peligros inducidos por las sacudidas (licuefacción, deslizamientos, avalanchas de rocas, tsunamis, etc.)

Falla. (*Fault*).- Es la superficie de ruptura de una roca a lo largo de la cual los dos bloques (que ella separa) se han desplazado uno con relación al otro. El plano de falla es la superficie aproximadamente plana que resbala durante los terremotos. **Falla activa. (*Active fault*).**- Se considera así a aquella falla (o región) que se ha movido una

o más veces en los últimos 10.000 años o se han localizado terremotos. En instalaciones críticas (como p.e. Centrales Nucleares) se consideran activas aquellas que han tenido algún movimiento en los últimos 500.000 años. En realidad puede considerarse activa toda falla cuaternaria porque el régimen de esfuerzos no ha cambiado.

Fallo del terreno. (*Ground failure*).- Forma genérica de referirse a movimientos del terreno que afectan la estabilidad del mismo (como asentamientos, deslizamientos, movimientos laterales, licuefacción, etc.) debidos a sacudidas sísmicas violentas.

Foco o hipocentro. (*Focus, Hypocenter*).- Punto en el interior de la Tierra en donde se inicia la ruptura que produce el terremoto o desde el cual se produce la liberación de energía sísmica. Representación puntual de la ubicación de la fuente sísmica.

Instalaciones críticas. (*Critical facilities*).- Instalaciones de especial importancia que deben estar operativas durante una emergencia sísmica (como hospitales, centros de coordinación y de respuesta a desastres, bomberos, policía, sistemas de telecomunicaciones, redes de transporte, etc.) o aquellas estructuras cuya destrucción puede amenazar muchas vidas (presas, centrales nucleares, edificios de uso público masivo, etc.).

Intensidad. (*Intensity*).- Es una cuantificación de la severidad del movimiento del suelo en un lugar determinado a través de la medida los efectos de la sacudida en el terremoto, en las personas y en las construcciones. Es por tanto una estimación global a partir de los efectos. La intensidad en un punto depende de la magnitud del terremoto, de la distancia del punto al foco y de la geología local y del entorno del lugar considerado.

Isosista. (*Isoseismal*).- Líneas de contorno dibujadas en mapas separando un nivel de intensidad sísmica de otro. Generalmente es una curva cerrada alrededor del epicentro.

Mapa de isosistas. (*Isoseismal map*): Cuando se dibujan todas las líneas de isosistas de un terremoto. Indican el territorio afectado con cada grado de intensidad.

Licuefacción. (*Liquefaction*).- Proceso por el que el terreno, al producirse la sacudida sísmica, pierde temporalmente resistencia y se comporta como un fluido denso. Ocurre en terrenos formados por sedimentos saturados de agua, al superarse un determinado nivel de movimiento del terreno. Es, en muchos casos, la causa de deslizamientos, asentamientos, etc.

Magnitud. (*Magnitude*).- Medida del tamaño de un terremoto, o de la energía liberada por este en forma de ondas. Es un parámetro ligado a la fuente sísmica, en oposición a la intensidad que mide el efecto en cada sitio (y por tanto puede tomar diferentes valores). Generalmente se determina tomando el logaritmo de la amplitud máxima del movimiento debido a algún tipo de onda (P, S, L, R), corregido de atenuación por la distancia. Como es un valor logarítmico, un incremento de una unidad de magnitud representa un incremento de 10 veces en la amplitud de la onda registrada y un incremento aproximado de 32 veces en la energía radiada. Esta escala no tiene límite inferior ni superior, aunque no se han registrado terremotos más grandes de 9.5.

Maremotos (*Seismic sea wave, tidal wave, tsunami*).- Ondas largas oceánicas, hoy denominada tsunami, generalmente causadas por movimiento del suelo oceánico durante un gran terremoto. (*Ver tsunami*).

Microterremotos. (*Microearthquakes*).- Terremotos muy pequeños (con magnitudes menores de 3.0 en la escala de Richter) detectables solamente con sismómetros situados a corta distancia de su origen

Microzonificación sísmica. (*Seismic microzonation*).- La identificación y delimitación geográfica a escala local (p.e. una ciudad) de áreas con diferentes niveles de peligrosidad sísmica que tiene en cuenta las características locales de la geología superficial, la hidrología, la topografía, la morfología del basamento, etc.

Ondas sísmicas. (*Seismic waves*).- Ondas elásticas que se propagan dentro de la Tierra, generadas por movimientos bruscos de la roca como terremotos, explosiones nucleares, de canteras, por colapsos de cavidades, etc, y que transportan la energía liberada en el foco. Su velocidad varía desde 1 a 10 km/s y depende del tipo de onda y de los parámetros elásticos del medio por el que se propaga. **Ondas internas o de cuerpo. (*Body waves*).**- Se llaman así a las ondas P y S que se propagan a través del interior de la Tierra para diferenciarlas de las ondas superficiales que solo se propagan cerca de la superficie. **Ondas superficiales. (*Surface waves*).**- Ondas sísmicas que solo se propagan en la superficie de la Tierra, con velocidades menores que las ondas S y cuya amplitud decrece con la profundidad.

- **Ondas longitudinales** (de compresión) u **ondas P** (primarias). Marcan el comienzo del terremoto en el punto de observación, tienen amplitud relativamente pequeña y período corto; el movimiento de vibración de las partículas se produce en la misma dirección de propagación.

- **Ondas transversales** (de cizallamiento) u **ondas S** (secundarias). Indican un movimiento de amplitud algo mayor y período semejante o algo mayores que el anterior; el movimiento de vibración de la partícula se produce perpendicularmente a la dirección de propagación. Se las llama también ondas de cizalla y son las que más influyen en los daños a construcciones.

Estos dos tipos de ondas (P y S), viajan por el interior de la Tierra y por eso se llaman **ondas internas**. Las ondas que llegan en primer lugar son las ondas P ($V_P = 6-14 \text{ Km. /s}$), a continuación las S ($V_S = 3-7 \text{ Km. /s}$), y por último, las superficiales ($V < V_S$).

- **Ondas superficiales** u **ondas LP** (de largo periodo). También llamadas ondas externas, presentan amplitudes y períodos relativamente grandes. Son ondas sísmicas que solo se propagan en la superficie de la Tierra, con velocidades menores que las ondas S y cuya amplitud decrece con la profundidad. Los dos tipos más comunes son las ondas Rayleigh y Love.

1. Las **Ondas Rayleigh**: son una combinación de las ondas longitudinales y transversales. Son ondas muy destructivas, en ellas la vibración de las partículas se efectúa en un plano perpendicular a la superficie, y en la dirección de propagación, siendo su movimiento elíptico y retrógrado.

2. Las **ondas Love**. Son otra combinación de las ondas transversales SH; el desplazamiento de las partículas es únicamente horizontal y perpendicular a la dirección de propagación siendo muy destructivas. Se propagan por reflexión múltiple entre las superficies superior e inferior de una capa.

Peligrosidad sísmica. (*Seismic Hazard, o Earthquake hazard*).- Define la probabilidad de que haya un movimiento fuerte de cierta intensidad en un lugar dentro de un periodo de tiempo especificado. **Alea sísmica, Amenaza sísmica:** Forma de expresar la peligrosidad sísmica en algunos países.

Peligros debidos a un terremoto. (*Earthquake hazards*).- Cualquier fenómeno directo o indirecto asociado a un terremoto que afecta al terreno, puede desencadenar daños o afectar a instalaciones y actividades humanas. Estos son: fallamiento rocoso superficial, grietas en el terreno, licuefacción, asentamientos, deslizamientos, caída de rocas, tsunamis, seiches, etc.

Período de retorno. (*Return period*).- Es un concepto estadístico que se define como el lapso de tiempo promedio entre la ocurrencia de terremotos con un determinado rango de magnitud o de probabilidad de excedencia de un cierto nivel del movimiento del suelo y para un nivel de confianza dado. No significa que la ocurrencia de terremotos sea periódica

Placas tectónicas. (*Tectonic plates*).- Parte de la superficie terrestre que se comporta como una unidad rígida simple. Cada uno de los segmentos o placas rígidas en que, según la teoría de la tectónica de placas, se divide la litosfera (corteza terrestre y parte del manto superior) y que están sobre la Astenosfera, más dúctil. Las placas tienen de 100 a 150 km. de espesor.

Precursor, Terremoto precursor. (*Foreshock*).- Cada uno de los terremotos pequeños que a veces preceden a un terremoto más grande (denominado principal) desde segundos hasta semanas antes y que se origina en o cerca de la zona de ruptura del terremoto principal. Sin embargo, esto no ocurre con regularidad y su discriminación previa al terremoto principal es muy para ser utilizado como un modo de predecir terremotos grandes.

Predicción sísmica. (*Earthquake prediction*).- Especificación del cuándo, cómo y donde de la ocurrencia de un futuro terremoto dando su magnitud, localización geográfica y tiempo de ocurrencia con suficiente precisión para poder ser evaluada y utilizada con fines preventivos.

Réplicas. (*Aftershocks*).- Terremotos que siguen al más importante en una secuencia sísmica. Son más pequeños y se originan cerca de la zona de ruptura del principal, pueden ocurrir durante semanas, meses, e incluso años; su número decrece con el tiempo.

Riesgo sísmico. (*Earthquake risk o Seismic risk*).- Daños, víctimas o consecuencias (económicas o sociales) esperables o probables debidas a los terremotos que pueden afectar a un lugar. Daño esperable en uno o varios elementos en riesgo en un lugar (o en un área) en función de la peligrosidad sísmica esperada, de la vulnerabilidad del elemento en riesgo y del intervalo de exposición. No se debe confundir con peligrosidad sísmica.

Sacudida sísmica. (*Ground motion o shaking*).- Conjunto de movimientos energéticos del terreno debido a la llegada sucesiva de las ondas generadas por una fuente sísmica

Terremoto. (*Earthquake*).- Movimiento repentino en una zona de la corteza terrestre o del manto superior cuya energía se transporta en forma de ondas sísmicas, las cuales al

llegar a la superficie causan la sacudida del terreno. Los terremotos son causados comúnmente por un desplazamiento repentino de una falla. (También pueden producirse por la actividad volcánica y por hundimientos, impactos, etc). También se por **Sismo o seismo** (*Seism o earthquake*), de la palabra griega seismos.

Tsunami. (Tsunami).- Término japonés (que literalmente significa “ola de bahía”), aceptado internacionalmente para designar las olas que se generan en el océano por el movimiento de componente vertical de una gran área de suelo oceánico durante un gran terremoto. También pueden causarlos el colapso de islas volcánicas o los grandes deslizamientos submarinos. Se propaga a grandes distancias a velocidades que pueden llegar en zonas profundas a 800 km/h. Cuando el tsunami alcanza las aguas someras, cerca de la costa, las olas acortan su longitud de onda y aumentan su amplitud por lo que pueden alcanzar alturas de varias decenas de metros sobre el nivel normal del mar (sobre todo en bahías, rías, ...) e inundar las tierras bajas hasta varios kilómetros

Vulnerabilidad sísmica. (Seismic Vulnerability).- Define la probabilidad de que una estructura sufra daños cuando se somete a un movimiento sísmico de cierta intensidad.

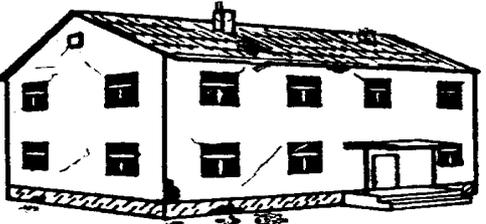
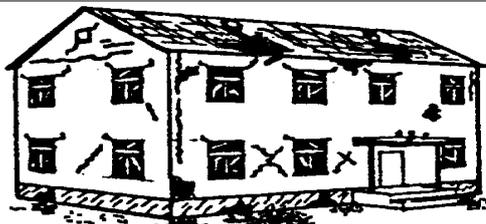
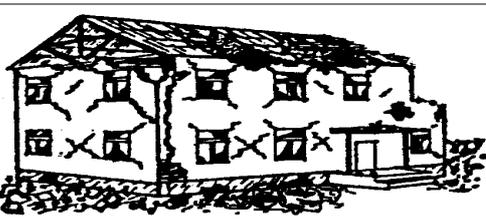
ANEXO 3

TERREMOTOS DEL SIGLO XX CON MÁS DE 10.000 MUERTES.

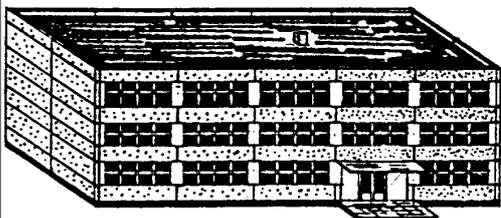
Año	Localización (magnitud)	Muertos
1985	Ciudad de Méjico, Méjico (M 8,1 y 7,3)	10.000
1993	India (M 6,4)	10.000
1960	Agadir, Marruecos (M 5,9)	12.000
1968	Dasht-i-Biyaz, Irán (M 7,3)	12.000
1962	Buyin Zhara, Irán (M 7,3)	12.225
1917	Indonesia (M 7,0+)	15.000
1978	Tabas, Irán (M 7,7)	18.200
1905	Kangra, India (M 8,6)	19.000
1948	Ashkabad, USSR (M 7,3)	19.800
1974	China (M 6,8)	20.000
1976	Ciudad de Guatemala (M 7,5)	23.000
1988	Armenia, URSS (M 6,9)	25.000
1935	Quetta, Pakistán (M 7,5)	25.000
1923	Concepción, Chile (M 8,3)	25.000
1939	Chillán, Chile (M 8,3)	28.000
1915	Avezzano, Italia (M 7,5)	32.610
1939	Erzincan, Turquía (M 8,0)	32.700
1990	Irán (M 7,7)	40.000
1927	Tsinchai, China (M 8,0)	40.912
1908	Messina, Italia (M 7,5)	58.000
1970	Ankash, Perú (M 8,3)	66.794
1923	Kantto, Japón (M 8,3)	142.807
1920	Kansu, China (M 8,5)	200.000
1976	Tangshan, China (M 7,8)	242.000

ANEXO 4

ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA (EMS) (Grüntal, 1998). Clasificación de daño.

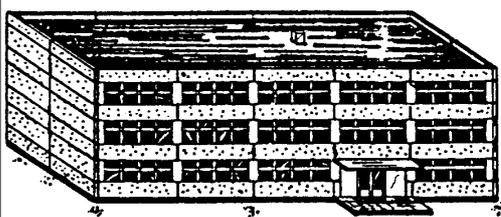
Clasificación de daño a edificios de mampostería y muros de fábrica	
	<p>Grado 1: Sin daño o daño leve (Sin daño estructural, daño no estructural leve)</p> <p>Grietas muy delgadas en muy pocos muros. Caída de pequeños pedazos de revello. Caída de rocas sueltas desde la parte alta de edificios en muy pocos casos.</p>
	<p>Grado 2: Daño moderado (daño estructural leve, daño no estructural moderado)</p> <p>Grietas en muchos muros. Caída de pedazos grandes de revello. Colapso parcial de chimeneas.</p>
	<p>Grado 3: Daño substancial a severo (daño estructural moderado, daño no estructural moderado)</p> <p>Grietas largas y extensas en casi todos los muros. Caída de tejas. Fractura de las chimeneas en la línea del techo; falla de elementos individuales no estructurales (particiones, tabicaciones).</p>
	<p>Grado 4: Daño muy severo (daño estructural severo, daño no estructural muy severo)</p> <p>Falla seria en muros; falla estructural parcial de techos. Falla de techos y pisos.</p>
	<p>Grado 5: Destrucción (daño estructural muy severo)</p> <p>Colapso o casi colapso total.</p>

Clasificación de daño a edificios de hormigón armado



Grado 1: Sin daño o daño leve
(Sin daño estructural, daño no estructural leve)

Grietas delgadas en el repello sobre miembros del marco o en la base de los muros.

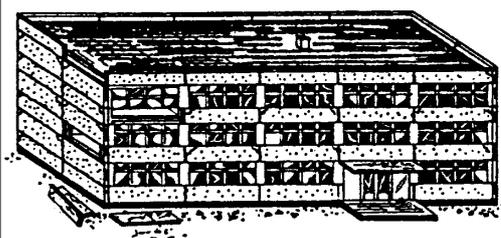


Grado 2: Daño moderado
(daño estructural leve, daño no estructural moderado)

Grietas en columnas y vigas de pórticos y en muros estructurales.

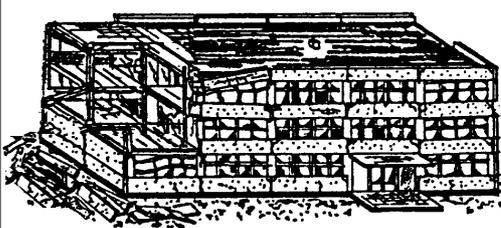
Grietas en particiones y en tabicaciones; caída de cubierta y repello quebradizo.

Caída de mortero en las uniones de paneles



Grado 3: Daño substancial a severo
(daño estructural moderado, daño no estructural severo)

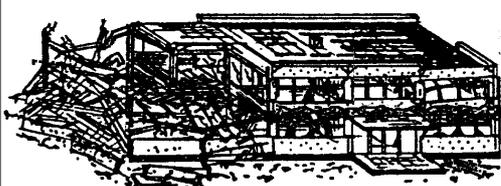
Grietas en uniones de columnas y vigas; de marcos en la base y en las uniones de muros acoplados. Descascaramiento de cubierta de concreto. Torcedura de varillas de refuerzo. Grandes grietas en muros de particiones y



Grado 4: Daño muy severo
(daño estructural severo, daño no estructural muy severo)

Grandes rajaduras en elementos estructurales con falla a compresión de concreto y fractura de barras de refuerzo. Ruptura de uniones de vigas reforzadas; inclinación de columnas.

Colapso de algunas columnas o de un único piso superior.



Grado 5: Destrucción
(daño estructural muy severo)

Colapso de planta baja o parte de edificios (p.e. alas).

ANEXO 5

SISMICIDAD HISTÓRICA EN ANDALUCÍA, (880-2.004)

Año	Magnitud	Int. Máxima	Zona
880		VIII	Córdoba
881		X-XI	Golfo de Cádiz
Sep. 955		VIII	Córdoba
15 Mar. 1024		((X))	Sur de España
1048-1049		((VIII-IX))	Murcia
1079-1080		((IX-X))	Sur de España
1169		(X)	Andújar (J)
1221		(VIII-IX)	Andújar (J)
1356		(X)	Sur de España
1357		(VIII-IX)	Sur de España
1406	((5.9))	((VIII-IX))	Vera (AL)
24 Abr. 1431	((6.8))	(X)	Sur de España
Julio, 1431	((6.5))	(IX-X)	Atarfe-Granada
1464	((6.5))	(IX)	Sevilla
10 Feb. 1466		(VIII)	Carmona
Nov. 1487		(IX)	Almería
(Ene.) 1494	((6.5))	(IX)	Málaga
5 Abr. 1504	((6.2))	IX	Carmona (SE)
9 Nov. 1518		IX	Vera (AL)
22 Sep. 1522	((6.8))	X	Almería
1523		VIII	Guardamar
4 Jul. 1526		VII-VIII	Granada
3 Sep. 1531	((6.5))	IX-X	Baza (GR)
19 Abr. 1550		VIII	Almería
18 Jun. 1581		(VII-VIII)	Málaga
21 Mar. 1608		((VII-VIII))	Sevilla
31 Dic. 1658		VIII	Almería
1668		((VII-VIII))	Alcalá Real (J)
28 Ago. 1674		((IX))	Lorca (MU)

9 Oct. 1680	((6.2))	IX	Málaga
1 Nov. 1755		XI	Cabo de S. Vicente
17 Jul. 1767		(VII-VIII)	Málaga
31 Ago. 1792		(VII-VIII)	Melilla
13 Ene. 1804		VIII	Motril (GR)
25 Ago. 1804	((6.2))	IX	Dalias (AL)
27 Oct. 1806	((5.9))	VIII-IX	Santa Fé (GR)
20 Dic. 1818		VII-VIII	Lorca (MU)
Abril-May 1821		(VII-VIII)	Melilla
25 Dic. 1884	((6.8))	IX-X	Arenas del Rey (GR)
29 Dic. 1884		VII-VIII	Arenas del Rey (GR)
31 Dic. 1884		VIII	Torrox (AL)
27 Ene. 1885		VII-VIII	Alhama (GR)
14 Mar. 1886		VII-VIII	Loja (GR)
16 Jun. 1910	6.3	VIII	Adra (AL)
21 Mar. 1911	5.5	VIII	Cotillas (MU)
31 Mayo 1911	4.9	VII-VIII	Santa Fé (GR)
10 Sep. 1919	5.2	VIII	Almoradí (A)
5 Jul. 1930	5.3	VIII	Montilla (CO)
23 Jun. 1948	5.2	VIII	Cehegín (MU)
10 Mar. 1951	5.0	VIII	Bailén (J)
19 Mayo 1951	5.5	VIII	Alcaudete (J)
8 Ene. 1954	(4.0)	VII-VIII	Arenas del Rey (GR)
19 Abril 1956	5.2	VIII	Albolote (GR)
9 Jun. 1964	4.8	VII-VIII	Orce-Galera (GR)

Las magnitudes entre paréntesis son las estimadas macrosísmicamente en función del área de intensidad máxima de la que se tiene certeza, lo que sin duda es, por las dificultades de encontrar documentación de muchos lugares también afectados con la misma gravedad, menor que el área real de tales daños y por tanto, esta magnitud macrosísmica muy probablemente está infravalorada, más cuanto más antiguos son los sismos. Las intensidades máximas son las estimadas en función de los daños referidos, a veces estas intensidades corresponden a efectos de amplificación local debido a la influencia del terreno o de la topografía. También hay que indicar que algunas de estas intensidades máximas se están actualmente revisando, asignándoseles en algunos casos intensidades algo menores (medio o un grado menos).

ANEXO 7

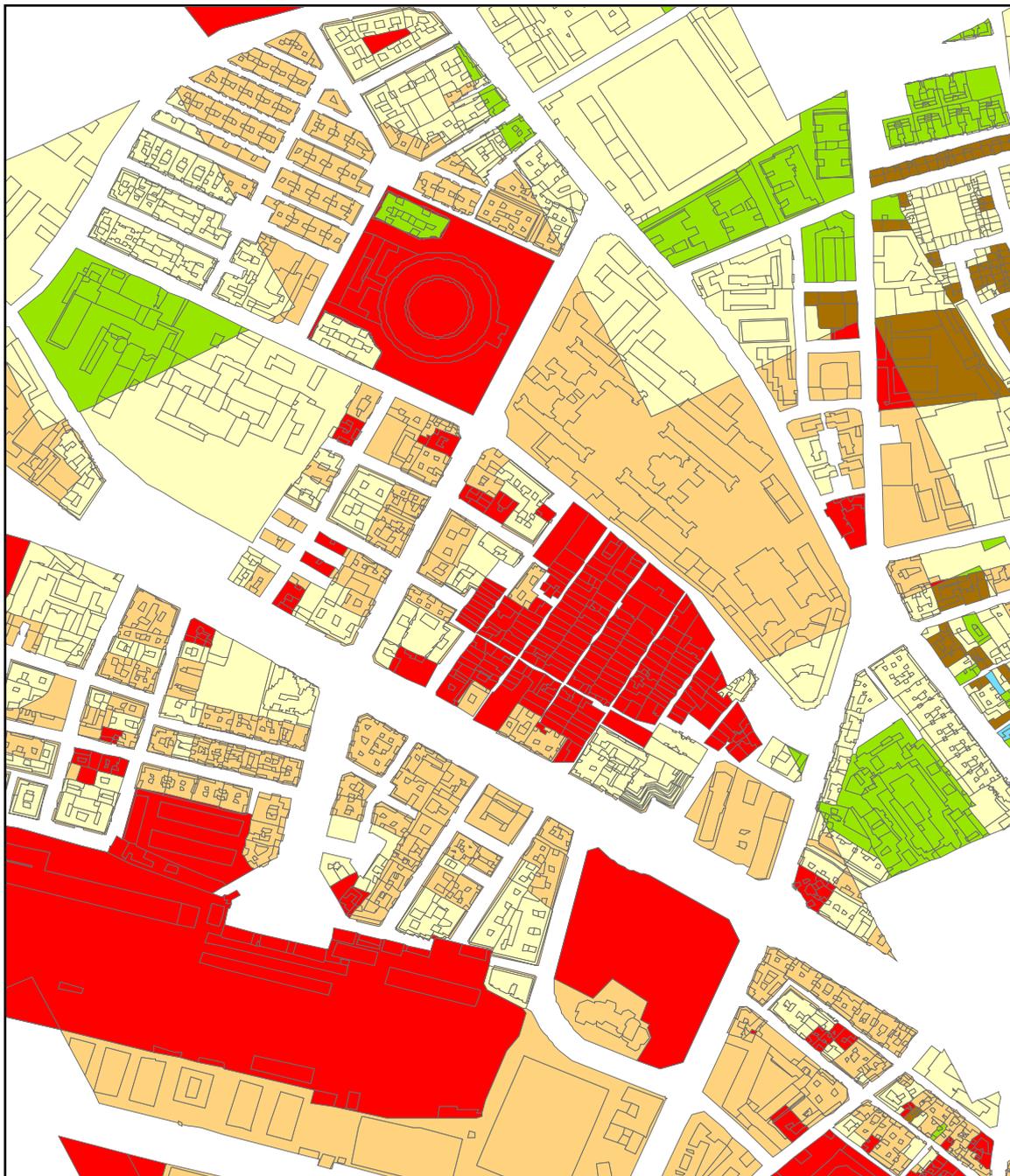
FALLAS MÁS PELIGROSAS DEL ENTORNO DE GRANADA

Nombre y geometría ₁	Extremo norte/sur (long/lat)	Localidades	Notas
Obéilar-Pinos Puente, n – d	-3.757, 37.270 -3.845, 37.257	Zujaira, Casa Nueva	Esta falla se deduce por sísmica, pero también la vemos en el campo. Tiene movimientos actuales y subactuales. Limita a un importante depocentro y el salto vertical es de 2500 m.
Pinos Puente, n	-3.757, 37.265 -3.689, 37.201	Pinos Puente, Atarfe	Tiene asociada una gran sismicidad. Su salto vertical es del orden de 2 km. Da notables escarpes.
Atarfe, n	-3.744, 37.257 -3.662, 37.193	Atarfe, Pinos Puente, Caparacena	Da un escarpe muy neto en el relieve. Tiene asociado muchos microsismos.
El Fargue - Jun, n	-3.632, 37.255 -3.546, 37.179	El Fargue, Pulianas, Pulianillas, Peligros	Neta actividad cuaternaria. Tiene asociada una clara sismicidad (serie del 4 de Junio de 1998)
Santa Fe, n	-3.728, 37.204 -3.647, 37.107	Santa Fe, Gabia la Grande, Alhendín, Otura	Esta falla se deduce por su morfología y el cambio de materiales que hay a ambos lados. Esta y su paralela tienen asociada una notable sismicidad.
Granada, n	-3.597, 37.188 -3.521, 37.083	Granada, Huétor Vega, Cájar, Monachil	Esta falla tiene unos 300 metros de salto vertical y afecta a materiales del Pleistoceno. Se ha debido de mover mucho desde hace unos 800.000 años y de ahí el gran valor que se obtiene para el salto vertical.
Belicena – Alhendín, n	-3.703, 37.188 -3.638, 37.110	Belicena, Gabia la Grande, Alhendín	Se conoce por sísmica. Parece tener asociada bastante sismicidad.
Dílar, n	-3.592, 37.104 -3.533, 37.048	Gójar, La Zubia, Dílar	Esta falla es claramente activa, en cuanto afecta a materiales del Pleistoceno (cuaternario)
Padul, n	-3.696, 37.079 -3.576, 37.003	Dúrcal, Padul, La Mala	Falla espectacular con claros rasgos de ser activa. Actúa conjuntamente con la de Padul – Dúrcal.
Padul – Dúrcal, n	-3.638, 37.049 -3.531, 36977	Nigüelas, Dúrcal, Padul	Falla espectacular con claros rasgos de ser activa. Actúa conjuntamente con la de Padul.

1. (d) de desgarre, (n) normal, la tipología en primer lugar es la predominante.

ANEXO 8

DETALLE MAPA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE GRANADA.



Leyenda:

	No definible		Alta
	Muy baja		Muy alta
	Baja		Extremadamente alta
	Media		

ANEXO 9

PATRONES LESIONALES SEGÚN LA NATURALEZA DE LA CATÁSTROFE.

(Plan de Catástrofes y Emergencias Colectivas del Distrito Sanitario de Jaén, 2004)

Naturaleza de la Catástrofe	Mecanismo de Lesiones	Lesiones Principales
Explosiones, incendios en locales vivienda o públicos (accidente o atentado)	Traumatismo por proyección Traumatismo térmico directo Traumatismo por onda de choque	Heridas diversas acribilla-de miembros Heridas por Atropello o defenestración: fracturas, aplastamientos Quemaduras cutáneas y respiratorias Blast pulmonar
Accidentes de tráfico por carretera (pasajeros), con incendio o sin él	Traumatismo mecánico por entorno material Traumatismo térmico Acción de tóxicos	Heridas diversas: fracturas, amputaciones, aplastamientos Quemaduras cutáneas y respiratorias Intoxicación por inhalación de gases
Accidentes de aviación	Traumatismo mecánico Traumatismo térmico Intoxicación en caso de incendio	Heridas diversas: fracturas, aplastamientos Quemaduras cutáneas y respiratorias en caso de incendio Intoxicación en caso de incendio
Accidentes marítimos	Sumergimiento Enfriamiento Eventualmente, traumatismo mecánico o térmico (incendio)	Distrés respiratorio por ahogamiento Hipotermias Heridas, fracturas Quemaduras
Accidentes de tráfico por carretera, ferroviario, marítimo Transportes de materias industriales	Traumatismo mecánico Traumatismo térmico Intoxicación	Heridas, fracturas Quemaduras cutáneas y respiratorias Intoxicación locorregional (piel, ojos, árbol respiratorio) Intoxicación general por inhalación
Accidentes en instalaciones industriales	Traumatismo mecánico Traumatismo térmico Acción de tóxicos Acción radiactiva	Heridas, fracturas Quemaduras térmicas Intoxicación locorregional y general Contaminación radiactiva.
Atentados con explosiones en medio urbano	Traumatismo por proyección de metralla Traumatismo térmico Traumatismo por onda de choque	Heridas diversas como: Arrancamiento, acribillamiento Quemaduras cutáneas y respiratorias Blast (pulmonar, abdominal, auditivo, craneal)

Atentados con armas de fuego	Traumatismo por proyectiles	Heridas de balas: craneales, toracopulmonares, abdominales, en extremidades.
Tempestades, ciclones, huracanes, tifones con inundaciones (tipo maremoto)	Traumatismo mecánico Sumergimiento Enfriamiento	Heridas diversas: fracturas Aplastamientos Distrés respiratorio por ahogamiento Hipotermias
Aludes, avalanchas, deslizamientos del terreno	Obstrucción respiratoria Traumatismo mecánico Enfriamiento	Distrés respiratorio Heridas, fracturas, compresiones, hipotermia
Terremoto	Traumatismo mecánico por aplastamiento, compresión, enterramiento bajo escombros	Heridas: fracturas, aplastamientos
Inundaciones	Sumergimiento Enfriamiento Traumatismo mecánico por objetos flotantes	Distrés respiratorio por ahogamiento Hipotermias Heridas, fracturas
Tempestades, ciclones, huracanes, tifones (sin inundación)	Traumatismo mecánico por proyecciones de objetos o por sepultamiento bajo los escombros	Lesiones mecánicas: heridas fracturas, aplastamientos Compresiones
Incendios de viviendas	Agresión térmica Agresión tóxicos Agresión mecánica Agresión psíquica	Quemaduras cutáneas y respiratorias Intoxicación por inhalación de gas tóxico Heridas en caso de explosión y defenestración
Incendios en locales públicos	Agresión térmica Agresión tóxica Agresión mecánica Agresión psíquica	Quemaduras cutáneas y respiratorias Intoxicación por inhalación de gas tóxico. Heridas Pánico colectivo
Accidentes en instalaciones y obras subterráneas, galerías de mina	Traumatismo mecánico Traumatismo térmico Acción de tóxicos Sumergimiento	Heridas: fracturas, aplastamiento, compresión Quemaduras Intoxicación por gas Distrés respiratorio por ahogamiento
Accidentes ferroviarios con pasajeros	Traumatismo mecánico	Heridas diversas: fracturas, aplastamientos, amputaciones, compresión

ANEXO 10

MODELOS 1 Y 2. MATRICES DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS EXPRESADA EN % DE EDIFICIOS DAÑADOS SEGÚN LOS GRADOS DE DAÑOS, TIPOLOGÍA (A-D) DE LA EMS Y LA INTENSIDAD SÍSMICA. G1: daño leve, G2: daño moderado, G3: daño grave, G4: daño muy grave, G5: destrucción / colapso. SES 2002.

I=V

	A	B	C	D
I	8 1	8 1	0	0
G2	0	0	0	0
G3	0	0	0	0
G4	0	0	0	0
G5	0	0	0	0

	A	B	C	D	E
G1	0	0	20	45	27
G2	0	20	45	27 15	8 1
G3	20	45	27 15	8 1	0
G4	45	27 15	8 1	0	0
G5	35 15	8 1	0	0	0

XXI=I

I=VI

G1	25 15	27 15	8 1	0
G2	8 1	8 1	0	0
G3	0	0	0	0
G4	0	0	0	0
G5	0	0	0	0

G1	0	0	0	20	45
G2	0	0	20	45	27
G3	0	20	45	27 15	8 1
G4	20	45	27 15	8 1	0
G5	80 55	35 15	8 1	0	0

X=I

I=VII

G1	20 -	45 -	27 0	8 1
G2	45 -	27 15	8 1	0
G3	27 -	8 1	0	0
G4	8 -	0	0	0
G5	0	0	0	0

G1	0	0	0	0	20
G2	0	0	0	20	45
G3	0	0	20	45	27 15
G4	0	20	45 55	27 15	8 1
G5	100 (55)	80 55	35 15	8 1	0

IX=I

I=XI

G1	0 -	20 -	45 -	27 -
G2	20 -	45 -	27 15	8 1
G3	45 -	27 15	8 1	0
G4	27 15	8 1	0	0
G5	8 1	0	0	0

G1	0	0	0	0	0
G2	0	0	0	0	0
G3	0	0	0	0	0
G4	0	0	10	20	20
G5	100 100	100 100	90 90	80 55	80 55

IX=XI

ANEXO 11

MODELO IRPINIA – CATALUÑA. MATRICES DE VULNERABILIDAD DE EDIFICIOS, SEGÚN LOS GRADOS Y CLASIFICACIÓN DE DAÑOS Y TIPOLOGÍA (A-D) DE LA EMS Y LA INTENSIDAD SÍSMICA. G1: daño leve, G2: daño moderado, G3: daño grave, G4: daño muy grave, G5: destrucción / colapso. SES 2002.

Clase de vulnerabilidad A

	0	1	2	3	4	5
V	0,44	0,39	0,14	0,02	0,00	0,00
V-VI	0,32	0,38	0,21	0,06	0,01	0,00
VI	0,20	0,38	0,28	0,10	0,01	0,00
VI-	0,14	0,32	0,03	0,16	0,04	0,00
VII	0,08	0,26	0,34	0,22	0,07	0,01
VII-	0,04	0,16	0,28	0,28	0,16	0,04
VIII	0,01	0,07	0,22	0,34	0,26	0,08
VIII-	0,00	0,04	0,13	0,26	0,33	0,21
IX	0	0,00	0,04	0,19	0,40	0,35
IX-X	0	0,00	0,02	0,10	0,29	0,57
X	0	0	0,00	0,01	0,18	0,79

Clase de vulnerabilidad B

	0	1	2	3	4	5
V	0,67	0,27	0,04	0,00	0,00	0,00
V-VI	0,55	0,33	0,09	0,01	0,00	0,00
VI	0,44	0,39	0,14	0,02	0,00	0,00
VI-	0,32	0,38	0,21	0,06	0,01	0,00
VII	0,20	0,38	0,28	0,10	0,01	0,00
VII-	0,14	0,32	0,31	0,16	0,04	0,00
VIII	0,08	0,26	0,34	0,22	0,07	0,01
VIII-	0,04	0,16	0,28	0,28	0,16	0,04
IX	0,01	0,07	0,22	0,34	0,26	0,08
IX-X	0,00	0,04	0,13	0,26	0,33	0,21
X	0	0,00	0,04	0,19	0,40	0,35

Clase de vulnerabilidad C

	0	1	2	3	4	5
V	0,755	0,21	0,02	0,00	0	0
V-VI	0,712	0,02	0,03	0,00	0	0
VI	0,67	0,27	0,04	0,00	0	0
VI-	0,556	0,33	0,09	0,01	0,00	0
VII	0,441	0,39	0,14	0,02	0,00	0
VII-	0,325	0,38	0,21	0,06	0,01	0,001
VIII	0,209	0,38	0,28	0,10	0,01	0,001
VIII-	0,144	0,32	0,31	0,16	0,04	0,006
IX	0,08	0,26	0,34	0,22	0,07	0,01
IX-X	0,045	0,16	0,28	0,28	0,16	0,045
X	0,01	0,07	0,22	0,34	0,26	0,08

Clase de vulnerabilidad D

	0	1	2	3	4	5
V	0,859	0,133	0,008	0	0	0
V-VI	0,807	0,175	0,016	0,001	0	0
VI	0,755	0,218	0,025	0,002	0	0
VI-VII	0,712	0,249	0,036	0,003	0	0
VII	0,67	0,279	0,047	0,004	0	0
VII-	0,556	0,336	0,093	0,014	0,001	0
VIII	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0
VIII-	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
IX	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
IX-X	0,144	0,324	0,314	0,165	0,047	0,006
X	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01

ANEXO 12

NORMATIVA LEGAL SOBRE PREVENCIÓN Y EMERGENCIA SÍSMICA

La principal legislación vigente sobre la gestión y la prevención de catástrofes por fenómenos sísmicos se recogen a continuación, por orden cronológico:

- **Ley 2/1985, del 21 de Enero, de Protección Civil** (BOE, 25/01/85). Constituye el marco legal que determina todo el sistema de preparación y de respuesta ante situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria, en la que la seguridad y la vida de las personas pueden peligrar y sucumbir masivamente, generándose unas necesidades y recursos que pueden exigir la contribución de todas las Administraciones Públicas, organizaciones, empresas e incluso de los particulares.

En ella se establecen las disposiciones generales y los deberes y obligaciones en materia de protección civil de los ciudadanos. Indica la actuación en caso de emergencia y planes de protección civil, que recoge la Norma Básica de Protección Civil, con las directrices esenciales para la elaboración de los Planes Territoriales –de Comunidad Autónoma, Provinciales, Supramunicipales, Insulares y Municipales- y de los Planes Especiales, por sectores de actividad, tipos de emergencia o actividades concretas. Dedicar otros capítulos a actuaciones preventivas en materia de protección civil y a la organización básica en materia de dirección y coordinación. Finalmente, los artículos del último capítulo se refieren a las infracciones y sanciones.

- **Real Decreto 1378/1985, de 1 de Agosto** (BOE, Número: 191 11/08/85), sobre medidas provisionales para la actuación en situaciones de emergencia en los casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública. La colaboración de las Fuerzas Armadas será requerida por el Ministerio del Interior, cuando la gravedad de la situación de emergencia lo exija, según lo dispuesto en el apartado f) del artículo 16 de la ley 2 /1985 de 21 de Enero sobre Protección Civil.

- **Real Decreto 407/1992, del 24 de Abril**, por el que se aprueba la “**Norma Básica de Protección Civil**”. (BOE, 01/05/92). Tiene como preámbulo la Ley 2/1985 (expuesta anteriormente). Es el marco fundamental para la integración de los Planes de Protección Civil en un conjunto operativo y susceptible de una rápida aplicación. Determina el contenido de lo que debe ser planificado y establece los criterios generales a que debe acomodarse dicha planificación para seguir la coordinación necesaria de las diferentes Administraciones Públicas, permitiendo en su caso, la función directiva del Estado, todo ello para emergencias en que esté presente el interés nacional.

- **Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: Real Decreto 2543/1994, del 29 de Diciembre** (BOE, 08 /02 /95), por el que se aprueba la **Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94)**. En ella se recogen las construcciones de especial importancia, y entre estas las que son esenciales en caso de emergencia. Asimismo, indicaba la conveniencia de hacer una inspección a las construcciones afectadas tras la ocurrencia de un terremoto en las áreas con $I \geq VII$.

- **Ministerio de Justicia e Interior (BOE 25 / 05 / 95): Resolución de 5 de Mayo de 1995, de la Secretaria de Estado e Interior**, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico*. En ella se estableció la obligación de elaborar planes especiales de emergencia ante este riesgo sísmico en aquellas comunidades autónomas en cuyo territorio existen áreas donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a los grados VII, delimitados por el mapa de peligrosidad sísmica en España para un período de retorno de 500 años del IGN.

En este ámbito geográfico se encuentran comprendidas, en todo o en parte de su territorio, las provincias de las Comunidades Autónomas que se recogen en la Tabla 12.A.

Además, esta Directriz desarrolla la estructura general de la planificación de Protección Civil y los elementos básicos para dicha planificación entre los que se encuentran las áreas de peligrosidad, mapas de riesgos, información y seguimiento de fenómenos sísmicos, medidas de intervención en caso de catástrofe y definición de fases y situaciones.

Tabla A.12.1. Comunidades Autónomas donde son previsibles sismos de I \geq VII, según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años. (1995)

ANDALUCÍA	Almería, Cádiz, Córdoba, <i>GRANADA</i> , Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla.
ARAGÓN	Huesca y Zaragoza.
CASTILLA-LA MANCHA	Barcelona, Girona, Lleida y Tarragona.
EXTREMADURA	Badajoz y Cáceres.
MURCIA	
NAVARRA	
VALENCIA	Alicante y Valencia.
CEUTA Y MELILLA	

Asimismo, se acuerda que:

1. Los análisis de peligrosidad y de riesgo que queden especificados en los planes especiales elaborados, aprobados y homologados, conforme a lo dispuesto en la citada Directriz, serán tenidos en cuenta por los órganos competentes en el proceso de planificación del territorio y de los usos del suelo.
2. La Administración General del Estado, en el ámbito de sus competencias y, en su caso, en colaboración con las restantes Administraciones públicas competentes, elaborará un programa de educación y concienciación ciudadana sobre el fenómeno sísmico, con el objetivo de que los ciudadanos dispongan de una

adecuada información sobre las pautas de comportamiento, individual y colectiva, ante la ocurrencia de este tipo de sucesos.

Cuando en una emergencia por fenómenos sísmicos lo solicite la Comunidad Autónoma afectada y, en todo caso, *cuando la emergencia sea declarada de interés nacional*, las funciones de dirección y coordinación serán ejercidas dentro de un Comité de Dirección, a través del Centro de Coordinación Operativa que corresponda, quedando constituida a estos efectos como ***Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI)***.

El Comité de Dirección estará formado por un representante del Ministerio de Justicia e Interior y un representante de la Comunidad Autónoma correspondiente, y contará para el desempeño de sus funciones con la asistencia de un Comité Asesor y un Gabinete de Información, como desarrollaremos más adelante.

- ***Real Decreto 997/2002, de 27 de Septiembre (BOE 11/10/02), del Ministerio de Fomento***, por el que se aprueba la ***Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)***.

En la nueva norma, adecuada al estado actual del conocimiento sobre la sismología e ingeniería sísmica, se establecen las condiciones técnicas que han de cumplir las estructuras de edificación, a fin de que su comportamiento ante fenómenos sísmicos, evite consecuencias graves para la salud y seguridad de las personas, evite pérdidas económicas y propicie la conservación de servicios básicos para la sociedad en caso de terremotos de intensidad elevada. Establece la obligación de analizar la seguridad de las construcciones afectadas tras un terremoto en las áreas de $I \geq VII$.

Esta norma incorpora una serie de cambios y mejoras respecto a la NCSE-94 tras el *análisis de grandes terremotos* de las dos últimas décadas, y de sus efectos destructores, como los de Chile (1985), México (1985), Armenia (1988), Loma Prieta (1989), Kobe (1995), Izmit (1999) y Taiwan (1999), lo que ha supuesto grandes avances en el conocimiento de las fuentes sísmicas, del comportamiento del terreno y de los fenómenos de amplificación del movimiento sísmico del suelo y de la respuesta de los edificios. Además han puesto de manifiesto la gran incertidumbre en el pronóstico de los valores máximos esperados, y las consecuencias que han tenido algunas imprevisiones por no considerar la incertidumbre.

La NCSE-02 establece los nuevos valores de peligrosidad expresados en aceleración sísmica que afectan al territorio nacional, que una vez traducidos a sus correspondientes valores de intensidad, han supuesto, en suma, una alteración del ámbito geográfico a efectos de la planificación que se contempla en *La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico* vigente por lo que se hace necesario modificar determinados contenidos de esta.

- ***Resolución del 17 de septiembre de 2004 (BOE Nº 238 de 2 Octubre 2004)***, de la Subsecretaría, ordena la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, del 16 de Julio de 2004, por el que se ***modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo sísmico***, aprobado por el Consejo de Ministros, de 7 de Abril de 1995. En dicha resolución, de acuerdo con la NCSE-02 que establece nuevos valores de peligrosidad sísmica en el territorio nacional, se amplía el ámbito geográfico con la inclusión de otras comunidades autónomas en cuyo territorio también existen áreas

donde son previsibles sismos de intensidad igual o superior a los grados VI (Tabla 12.B). En aquellas zonas donde sean previsibles sismos de intensidad \geq VII, con períodos de retorno de 500 años, se debe confeccionar un catálogo de los elementos en riesgo, donde se deben incluir las construcciones que sean consideradas de especial importancia.

Tabla A.12.2. Comunidades Autónomas donde son previsibles sismos de I \geq VII, según los estudios de peligrosidad sísmica de España para el período de retorno de 500 años. (2004)

ANDALUCÍA	Almería, Cádiz, Córdoba, GRANADA, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla.
ARAGÓN	Huesca y Zaragoza.
CANARIAS	Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas
CASTILLA-LA MANCHA	Albacete
CATALUÑA	Barcelona, Girona, Lleida y Tarragona.
EXTREMADURA	Badajoz y Cáceres.
GALICIA	La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra
ISLAS BALEARES	
MURCIA	
NAVARRA	
PAIS VASCO	Álava y Gupúzcoa
VALENCIA	Alicante y Valencia.
CEUTA Y MELILLA	

- ***Ley 2/2002, de 11 de Noviembre, de Gestión de Emergencias de Andalucía.***

El objeto de esta ley es regular la gestión de las emergencias de Andalucía. Se basa principalmente en la coordinación y colaboración de las Administraciones Públicas, las entidades privadas y la ciudadanía en general.

Trata la coordinación de todos los organismos, servicios operativos y recursos humanos y materiales en la atención de las emergencias. Para cumplir eficazmente con este propósito, asigna tal función al Centro de Coordinación de Emergencias de Andalucía (CECEM), órgano creado años atrás, y a los Centros de Coordinación Operativa Locales (CECOPAL). Aunque el artículo 23.1 crea el Centro de Coordinación de Emergencias de Andalucía, lo cierto es que este llevaba funcionando desde ocho o nueve años atrás como centro de comunicaciones y gestión de emergencias; ahora este se oficializa, prestando como hasta ahora servicio permanente e ininterrumpido durante todo el año. Lo único que deja pendiente es la elaboración de un Decreto en el que se determine su organización y sus procedimientos de actuación.

ANEXO 13

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES HOSPITALES DE GRANADA: HOSPITAL VIRGEN DE LAS NIEVES Y HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CECILIO

A continuación se describen los principales centros hospitalarios de Granada, que en principio deberían quedar operativos ante una catástrofe sísmica. Sin embargo, esto no siempre va a ser posible si no se ponen los medios y recursos necesarios para ello, como queda de manifiesto, en el estudio de la vulnerabilidad realizado a modo de ejemplo en el Hospital Virgen de las Nieves (Arquitecta Sonia Morán y el Prof. Vidal, 2005).

El que se haya decidido evaluar la vulnerabilidad de este hospital y no el Hospital Universitario San Cecilio (*"El Clínico"*), se debe en gran medida a su complejidad estructural, pues está compuesto por tres centros distintos: el Hospital Médico-Quirúrgico, el Hospital Materno-Infantil y el Hospital de Rehabilitación y Traumatología y han sido evaluados cada uno de ellos. En cambio el Hospital Universitario San Cecilio tiene reunidas estas especialidades en el mismo centro y además se está construyendo como veremos a continuación, el nuevo Hospital Clínico en el Campus de la Salud con la nueva NCSE-02, por lo que dicho hospital debería quedar operativo tras un fuerte terremoto. No obstante, debido a las similares características de construcción de ambos hospitales, las conclusiones obtenidas son extensibles y aplicables también al Hospital Clínico.

Entre los hospitales debe existir una comunicación estrecha en caso de una contingencia en la ciudad, para atender a las víctimas de forma adecuada y canalizarlas donde serán atendidas de la forma más rápida y eficaz. Para ello es necesario conocer la ubicación y las vías de acceso a nuestros hospitales. En la figura A.13.1 se representan la ubicación y accesos principales a la zona hospitalaria de la ciudad de Granada.



Figura A.13.1. Ubicación y accesos principales a la zona hospitalaria de Granada.

El Hospital Universitario Virgen de las Nieves

El *Hospital Universitario Virgen de las Nieves* atiende la demanda asistencial del *Área Hospitalaria Norte*, que comprende los *distritos Sanitarios de Atención Primaria Granada Norte, Santa Fe y la Zona Básica de Salud de Alcalá la Real (Jaén)*.

Igualmente hay una “doble” dependencia (HUVN y HG. BAZA) de la población del *Distrito Sanitario de Atención Primaria de Guadix (Granada)*.

Los edificios y construcciones que conforman actualmente el centro hospitalario se han ido construyendo de forma paulatina desde hace más de 50 años y han sufrido multitud de modificaciones y cambios de usos, lo que confiere una gran complejidad tanto (arquitectónica, estructural y no estructural) como de equipamiento, instalaciones y funcionamiento. Por lo que existe una gran variedad de grados de vulnerabilidad.

Estructura por centros

- Hospital Médico-Quirúrgico.
- Hospital Materno-Infantil.
- Hospital de Rehabilitación y Traumatología.
- Hospital San Juan de Dios.
- Centro Periférico de Especialidades de Cartuja.
- Unidad de Rehabilitación de Salud Mental.
- Centro Licinio de la Fuente.
- Centro Periférico de Diálisis de Guadix.
- Pabellón de Gobierno.
- Escuela Universitaria de Enfermería.

Recursos asistenciales

<i>Camas instaladas</i>	1.202
Salas de Consulta	211
Quirófanos programados	27
Quirófanos urgentes	3
Quirófanos ambulatorios	7
Paritorios	4
Salas de dilatación	4
Salas de monitorización	4

Recursos humanos

<i>Personal Directivo</i>	17
Personal Facultativo	565
Residentes en formación	284
Personal de Enfermería	2.423
Personal no Sanitario	1.287
Plantilla total	4.576

El *Hospital Clínico*, es considerado también como un hospital de III nivel por su capacidad de atención.

Actualmente está en construcción el nuevo Hospital Universitario San Cecilio en el Campus de la Salud (Figura A.13.2), que albergará 700 camas.



Figura A.13.2. Construcción del nuevo Hospital Universitario San Cecilio (Marzo 2006).

El Área Hospitalaria del Hospital Clínico, atiende al Centro Oeste de la Provincia de Granada. Los centros que integran esta área son:

- Hospital Universitario San Cecilio
- Centro Periférico de Especialidades del Zaidín
- Centro periférico de especialidades de Loja.
- Comunidad terapéutica de Alfacar.
- Unidad de Rehabilitación de Agudos.

Atiende a una población de 268.822 habitantes (última Memoria Hospital Clínico, 2003), correspondientes a pacientes tanto del Distrito Sanitario Granada como al metropolitano.

El Distrito Granada (Figura. A.13.3) comprende: Granada Centro, Granada Sur-Oeste, Zaidín Centro, Zaidín Sur y Bola de Oro.

El Distrito Metropolitano de Granada (Figura. A.13.3) engloba: Alhama de Granada, Armilla, Churriana de la Vega, Huétor Tájar, la Zubia, Loja, Montefrío y Valle de Lecrín.



Figura A.13.3. Mapa de los Distritos Sanitarios de la provincia de Granada.

Recursos asistenciales

<i>Camas instaladas</i>	<i>613</i>
Salas de Consulta	211
Quirófanos programados	15
Quirófanos urgentes	3
Quirófanos ambulatorios	7
Box consultas de urgencias	11
Sillones de observación	11
Camas de observación	12

Recursos humanos

<i>Personal Directivo</i>	<i>12</i>
Personal Facultativo	448
Residentes en formación	204
Diplomados en Enfermería	712
Técnicos especialistas	145
Auxiliares de enfermería	532
Personal administrativo	280
Personal de mantenimiento	91
Personal de hostelería y servicios	357
Total	2.768

Otro hospital cercano es el **Hospital de San Juan de Dios**, que depende del Hospital Virgen de las Nieves. Este Hospital comenzó a funcionar como tal en 1552, después de que el propio San Juan de Dios viera la necesidad de crear un hospital que funcionara con criterios distintos a los centros de aquella época. Fue construido gracias a las limosnas de los granadinos y está considerado por la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios como la casa mater de su congregación. El edificio de este hospital es parte del patrimonio cultural de la ciudad, es un hospital que en la actualidad está funcionando, sin embargo su nivel de especialización no es tan alto como los hospitales mencionados.

El Hospital de San Rafael. La actividad hospitalaria está concertada con la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía y posee 181 camas de hospitalización.

ANEXO 14

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LAS NIEVES.

A continuación se hace un resumen con las indicaciones sobre la vulnerabilidad de los diferentes edificios de este hospital realizado por S. Morán (2005).

Hospital general.

Variable estructural.

- **Cimentación.** Se considera que es de buena calidad, por referencia se obtuvo que es una losa de hormigón armado lo que se adapta muy bien al tipo de suelo que en la zona se tiene, de suelo blando por la cercanía del río.
- **Esqueleto estructural.** Este se compone por pórticos de hormigón armado y vigas semidescolgadas, lo que refiere un buen estado y calidad.
- Los bloques tres y cuatro (referidos en el plano 1) se considera que no tienen suficiente separación, por lo que podrían sufrir daños por golpeteo entre un edificio y otro en un sismo con intensidad \geq VIII. El bloque No. 2 se considera muy esbelto, teniendo como consecuencia en un movimiento sísmico con intensidad \geq VIII también puede tener daños por golpeteo con los edificios aledaños.
- El bloque 5, en su última planta la estructura es de acero, con pilares muy esbeltos, lo que le lleva a tener una gran deformabilidad de este espacio arrojando posibles daños en techos, tabaquería y cerramientos, para un sismo con intensidad \geq VIII

Variable no estructural.

- Se considera que puede sufrir daños y desplomes parciales en la tabiquería con sismos en intensidad \geq VIII; en intensidad de \geq VII aparición de fisuras, En sitios donde los empalmados no son continuos, existirá riesgo de desplome en esta parte con sismos de intensidad \geq VII.
- En la zona de consulta de otorrino, (bloque 5 ultima planta) existirán daños con sismos en intensidad \geq VII en tabiquería. Y cerramientos para intensidad \geq VIII debido a la alta flexibilidad que tendrá la estructura de acero.
- En intensidad \geq VII desprendimiento parcial de plafones de yeso, y en intensidad \geq VIII estas serán abundantes.
- Cerramientos aparición de fisuras en esquinas y encuentros para intensidad \geq VII y en intensidad \geq VIII aparecerán grietas.
- Las alas 3 A y 4 A son susceptibles de sufrir daños mayores en sismos con intensidad \geq IX y en sismos con dirección de propagación de las ondas paralela a la fachada principal, por efectos de torsión.

- Los pretilos pueden tener grietas en zonas de contacto con la estructura, teniendo una vulnerabilidad alta. Puede llegar al desprendimiento en sismos de intensidad \geq VII
- En planta baja existen problemas ante sacudidas de intensidad \geq VII , podrían existir daños leves en fachada principal por desprendimiento del acabado exterior y en zonas entre bloques, daños en techos y tabaquería para intensidad \geq VIII
- Abastecimiento y saneamiento las tuberías rígidas pueden sufrir daños de roturas en los ensamblajes de esta y en cambios de dirección en intensidad \geq VIII
- Las conducciones y distribución eléctrica se encuentran bien.
- En generadores se recomienda amortiguadores de movimiento
- Los aljibes se encuentran en buen estado
- Se recomienda que el anclaje en las tuberías exteriores de la fachada posterior al hospital se garantice su aseguramiento
- Daños referidos en el plano 3 son para intensidad \geq VIII

Hospital Materno Infantil.

Variable estructural.

- Existen filtraciones de agua en la cimentación provenientes del río Beiro
- Estructura. Esta es mixta, constituida de pilares de hormigón armado y vigas metálicas, (con vigas de acero) teniendo un forjado reticular de casetones en planta baja, en las demás plantas es unidireccional con vigas de acero forjado prefabricadas y casetones, se observa un forjado aligerado. Hay vigas de hormigón armado transversales de distribución no uniforme.
- Se observa que el esqueleto estructural es muy irregular en geometría y rigidez por lo que se considera que tendrá un comportamiento imprevisto en sacudidas sísmicas con intensidad \geq VIII
- Existe la posibilidad de tener daños estructurales graves para intensidad \geq IX y no estructurales graves para intensidad \geq VIII
- En el pasillo en voladizo que se encuentra en el edificio existirán daños para intensidades \geq VII y serán mayores los daños en intensidad \geq VIII
- En las escaleras de emergencia se encuentran barandas en mal estado, por lo que existe el riesgo en caso de utilizarse que una persona llegue a caer. Actúa también este elemento contra la estructura del edificio.

Variable no estructural.

- Muros divisorios interiores sin castillos; lo que da lugar a estructuras muy largas y que en ocasiones no llegan hasta la losa de techo, pudiendo originarse graves daños en estos elementos en sacudidas sísmicas
- Los empalmados se encuentran con grandes huecos y con una sujeción deficiente a la estructura, lo que puede provocar la caída de estos en un sismo con intensidad \geq VII

- Cerramientos con grietas en zonas de voladizo. Puede haber desprendimiento parcial de estos en intensidad \geq VIII con la posibilidad de presentar daños también en intensidad \geq VII
- Pretilos con problemas en zona de contacto con forjados, con posibilidad de desprendimientos en intensidad \geq VII
- Los falsos techos son muy vulnerables a caída en intensidad \geq VII
- Existen cristalerías que llegarían a romper representando un riesgo para los ocupantes y la función del edificio en intensidad \geq VII
- Abastecimiento y saneamiento la tubería rígida puede sufrir daños de roturas en los ensamblajes de esta y cambios de dirección en intensidad \geq VIII
- La ubicación de daños potenciales para intensidad \geq VIII están referidos en el plano 2

Hospital de Traumatología y Ortopedia

Variable estructural.

- Estructura metálica, con cimentación de losa armada de hormigón, forjado unidireccional, aligerado con casetones. Cubiertas de Uralita
- Escaleras interiores de buena calidad
- Existen indicios de filtración de agua en cimentación por rotura de tuberías de saneamiento externas al edificio principal.
- La estructura tendrá buen comportamiento ante sacudidas sísmicas

Variable no estructural

- Caída de revestimiento cerámico exterior (azulejo y ladrillo decorativo) con sacudidas de intensidad \geq VII
- Existen divisiones de escayola (7 cm. de espesor) muy vulnerables las cuales pueden sufrir daños en intensidad \geq VII
- Con sismos en intensidad \geq VIII, al ser la estructura muy flexible, existirán derivas importantes que supondrán daños en particiones y en cerramientos.
- Los pretilos pueden llegar a desprenderse con intensidades \geq VII
- En las cubiertas de Uralita podrán llegar tener daños en intensidad \geq VIII
- Puede haber daños a instalaciones provocados por los desplazamientos de la estructura a partir de intensidad \geq VIII
- La red de abastecimiento y saneamiento se encuentra en mal estado, lo que aumenta su vulnerabilidad pudiendo existir roturas en intensidad \geq VII
- En falsos techos donde el material de este sea yeso, podrá haber desprendimiento de este en intensidad \geq VII
- La ubicación de daños potenciales para intensidad \geq VIII están referidos en el plano 4

Edificio de Gobierno

Variable estructural.

- Estructura de pilares de hormigón armado y muros perimetrales del mismo material en sótano, en el resto del edificio pilares de acero y forjado reticular de casetones (de 3 bovedillas)
- Fachada en voladizo lo que puede implicar problemas dependiendo de la solución estructural que tengan en sismos de intensidad $\geq IX$
- Existen problemas estructurales, localizándose grietas visibles (grietas de tracción) en zonas de archivo debido a la cantidad excesiva de peso en esta área.

Variable no estructural

- Antepechos de balcones y pretilas de azoteas con grietas en zonas de contacto del forjado, existe peligro de desprendimiento de este en intensidad $\geq VII$
- Existen grietas en cerramientos, sobre todo en zonas de archivo (fachada lateral derecha) y en la fachada posterior y principal; si no se traslada el archivo, pueden existir daños no estructurales con intensidad $\geq VII$ y daños estructurales con intensidad $\geq VIII$
- Puede haber desprendimientos del acabado exterior de ladrillo para intensidad $\geq VII$ y sobre todo para $\geq VIII$
- podrían aparecer grietas en tabiquería para intensidad $\geq VII$, debido a cambios de rigidez por la irregular disposición de particiones.
- El revestimiento cerámico de escaleras puede desprenderse parcialmente en intensidad $\geq VII$ y sobre todo para $\geq VIII$
- Los falsos techos se encuentran bien, ya que son de corcho.
- Las tuberías de instalaciones podrían sufrir roturas en empalmes de tubería y cambios de dirección por no contener acoples flexibles, para intensidad $\geq VIII$

ANEXO 15

CATÁLOGO DE MEDIOS Y RECURSOS PARA EMERGENCIAS SANITARIAS

I. RECURSOS ORDINARIOS

A. Sanitarios

1. EPES.

MEDIOS HUMANOS

1) Centro Coordinador (Por franja horaria)

-Médico Coordinador

Un médico coordinador de 061 24 horas al día

Un médico coordinador del SEDU de 8 de la mañana a 00:00

-Operadores

Presencia física

9.00 h- 23.00 h cinco teleoperadores

23.00 h - 24.00 h cuatro teleoperadores

24.00 h - 9.00 h tres teleoperadores.

Localizados

Un teleoperador 24 horas al día

-Técnicos

2 Técnicos, estando uno de ellos localizable las 24 h.

-Administrativos

Un administrativo de 8.00 h - 20 h

-Director

Uno de lunes a viernes de presencia física mañana y tarde y localizado el resto de horas y fines de semana.

2) Equipos de Emergencia (Por franja horaria)

Médicos

- Presencia física

En Granada Capital 1 24 horas al día con su base en el Hospital Virgen de las Nieves y otro 12 horas (de 8 a 20:00) con su base en el Csal del Zaidín.

En Motril 1 de 24 h con su base en el Hospital de Sta. Ana.

En Baza 1 de orto a ocaso (helicóptero)

- Localizados

Uno 24 horas

D.U.E.s

- Presencia física

En Granada Capital 1 24 horas al día con su base en el Hospital Virgen de las Nieves y otro 12 horas (de 8 a 20:00) con su base en el Csal del Zaidín

En Motril 1 de 24 h con su base en el Hospital de Sta. Ana

En Baza 1 de orto a ocaso

- Localizados

Uno 24 horas

Técnicos en Emergencias

- Presencia física

En Granada Capital 1 24 horas al día con su base en el Hospital Virgen de las Nieves y otro 12 horas (de 8 a 20:00) con su base en el CMAT

En Motril 1 de 24 h con su base en el Hospital de Sta. Ana

- Localizados

Uno 24 horas

Otros

- Pilotos

Un piloto

- Mecánicos de Vuelo

Un mecánico de vuelo

MEDIOS MATERIALES

1) Transmisiones

Centro Coordinador

Sistema informático integrado SICOM

Radio TRUNKING

Telefonía FIJA / Móvil

Equipos de emergencia

Estaciones móviles de radio: 5

Estaciones portátiles de radio: 15

Telefonía Móvil: 5

2) Transporte

Sanitario

Terrestre: 5 UCI móviles.

Aéreo: 1 Helicóptero sanitario.

Unidad de Apoyo Logístico en caso de accidente con múltiples víctimas

3) Material Asistencial

Sanitario

Electromedicina.

Vía aérea y ventilación.

Soporte circulatorio.

Farmacia.

Inmovilización.

Mochila pediátrica.

Mochila de ventilación.

Maletines asistenciales.

No Sanitario

Material de balizamiento

Identificación y seguridad

Kit de catástrofes (papelería, triage, evacuación, petos, etc.)

4) Infraestructura

Bases de Equipos de Emergencia

Centro Coordinador

Sede Central

2. SAS.

Comprende Atención Primaria, Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias (DCCU) y Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospitalarios (SCCU).

1) Atención Primaria.

Distrito Sanitario Granada (Figura 2.58), comprende Granada Centro, Sur-Oeste, Zaidín Centro, Zaidín Sur y Bola de Oro. Consta de los siguientes Centros de Salud:

- Cartuja
- Almanjayar
- Casería de Montijo
- Chana

- Salvador Caballero
- La Caleta
- Albaicín
- Gran Capitán
- Velutti
- Las Flores
- Góngora
- Mirasierra
- Zaidín Centro
- Zaidín Sur
- Sierra Nevada

Los Centros de Salud, Consultorios Locales y Auxiliares del Distrito Metropolitano de la Provincia de Granada, atienden a una población aproximada de 340.000 personas, con 138 centros (Tabla A.15.1). Entre el personal, cuenta con 301 facultativos, 248 personal sanitario no facultativo y 199 de personal no sanitario. **El Distrito Metropolitano de Granada** (Figura. A.13.3) engloba: Alhama de Granada, Armilla, Churriana de la Vega, Huétor Tájar, la Zubia, Loja, Montefrío y Valle de Lecrín.

2) Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias Urbano

El Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias (DCCU), del Distrito Sanitario de Granada, que da cobertura urgente a todos los ciudadanos de Granada capital y a los habitantes de las Zonas Básicas de salud de Cenes de la Vega, Maracena-Peligros y Alfacar, así como apoyo a las emergencias de 061.

El DCCU está formado por **tres Puntos Fijos (PF)** situados en los Centros de Salud de Chana, Gran Capitán y Zaidín Centro y cuatro *Unidades Móviles (UM)*, tres con médico y enfermero y uno solo con enfermero), para prestar asistencia domiciliaria.

-DCCU-1 Chana: presta asistencia a la población que se encuentra en el margen Oeste del río Beiro, correspondiente a las siguientes zonas básicas: Cartuja (15.442*), Almanjayar (12.726*), Casería de Montijo (21.617*), Chana (23.530*) y las ZBS de Maracena (17.097*), Peligros y el municipio de Pulianas (12169*) y Alfacar con los municipios de Güevejar, Nivar, Cogollos Vega y Viznar (9.082*), con una población total de **111.659** personas recogidas en BDU.

-DCCU-2 Zaidín: atiende la zona situada en el margen Este de los ríos Darro y Genil, donde se encuentran las ZBS de Góngora (23.582*), Mirasierra (21.714*), Zaidín Centro (18.882*), Zaidín Sur (35.821*) y Cenes de la Vega con los municipios de Lancha del Genil, Pinos Genil, Güejar Sierra, Quéntar y Dúdar (10.932*). Supone una población de **110937** personas recogidas en BDU.

Tabla A.15.1. Centros de Salud, Consultorios Locales y Auxiliares del Distrito Metropolitano de la Provincia de Granada.

	CENTRO SALUD	CONSULTORIOS LOCALES	CONSULTORIOS AUXILIARES
Zona Básica de Albolote	Albolote	Colomera Deifontes El Chaparral	Calicasas Cerro Cauro
Zona Básica de Alfacar	Alfacar	Cogollos Vega Guevéjar Víznar	Nívar
Zona Básica Alhama de Granada	Alhama de Granada	Arenas del Rey, Cacín, Fornes, Jayena, Santa Cruz del Comercio, Ventas de Zafarraya, Zafarraya	Buenavista, El Almendral, Jatar, Pantano los Bermejales, Turro, Valenzuela
Zona Básica de Armilla	Armilla	Alhendín Dílar Otura	
Zona Básica de Atarfe	Atarfe		Sierra Elvira
Zona Básica de Cenes de la Vega	Cenes de la Vega	Güejar-Sierra Pinos del Genil Quéntar	Dúdar Tocón (Quéntar)
Zona Básica Churriana de la Vega	Churriana de la Vega	Belicena, Cúllar Vega, Escúzar, Gabia la Grande, Híjar, la Malhá, Purchil, Ventas de Huelma	Acula Agrón Ambroz Gabia La Chica
Zona Básica Huétor-Tájar	Huétor-Tájar	Loreto, Moraleda de Zafayona, Salar, Villanueva Mesía	Los Olivos
Zona Básica de Íllora	Íllora	Alomartes Escornar Tocón	Bracaná Obéilar
Zona Básica de Iznallor	Iznallor	Benalúa de las Villas, Campotéjar, Dehesas Viejas, Domingo Perez, Guadahortuna, Montejícar, Montillana, Piñar, Torre-Cardela	Bogarre Gobernador
Zona Básica La Zubia	La Zubia	Barrio Monachil, Bellavista, Cájar, Gójar, Huetor Vega, Monachil, Ogíjares, Sierra Nevada	
Zona Básica Loja	Loja	Riofrío, Ventorros de Valerma, Ventorros de San José, Zagra	Cuesta de la Palma, fuente Camacho, La Fábrica, Milanos, Ventorros de la Laguna
Zona Básica Maracena	Maracena		
Zona Básica Montefrío	Montefrío	Algarinejo Fuentes de Cesna Lojilla	La Viña
Zona Básica Peligros	Peligros	Pulianas	
Zona Básica Pinos Puente	Pinos Puente	Casanueva, Moclín, Olivares, Puerto Lópe, Tiena, Trasmulas, Valderrubio, Zujaira.	Fuensanta Limones Tózar
Zona Básica Santa Fé	Santa Fé	Chauchita, chimeneas, Cijuela, El Jau, Fuentevaqueros, Láchar	Castillo Tajarja, Pedro Ruiz, Peñuelas, Romilla, Romilla la Nueva
Zona Básica Valle de Lecrín	Dúrcal	Albuñuelas, Cónchar, Lecrín, Niguelas, Padul, Pinos del Valle, Restábal.	Acequias, Béznar, Chite, Cozvíjar, Izbor, Melegis, Murchas, Saleres, Talara

-DCCU-3 Gran Capitán: da cobertura al resto de la población de Granada, situada entre el río Beiro y Darro/Genil, se corresponde con la ZBS de Salvador Caballero (14.580*), Caleta (19.695*), Gran Capitán (38.565*), Velutti (13.269*), las Flores (15.461*), Albaizín (12.523*), incluidos sus los anejos de El Fargue y los municipios de Huetor Santillán y Beas de Granada, que hacen un total de **114.093** personas recogidas en BDU.

*Datos obtenidos de BDU a fecha de diciembre 2005

- **Recursos humanos:**

Los DCCU de Granada, cuentan con 23 médicos, 4 de ellos son coordinadores del CCU y 15 ATS/DUE. (En el Metropolitano hay actualmente 10 médicos y 8 ATS/DUE, plantilla que se ampliará con los nuevos equipos de las Unidades Móviles que se están creando). Asimismo, el DCCU cuenta con cuatro médicos en el Centro de Coordinación de Urgencias y Emergencias que junto con los profesionales de 061 recepcionan todas llamadas realizadas al teléfono de urgencias.

Cada una de las 3 zonas cuenta con un PF con un equipo formado por un Médico de Familia, un Enfermero/a y un celador/a y una UM dotada de otro equipo completo.

El horario laboral de los PF es desde las 17 horas hasta la 8 horas los días laborables y de 24 horas los domingos y festivos. Las UM están operativas las 24 horas todos los días. También disponemos de una unidad móvil de enfermería, para toda la ciudad, de 17 a 24 horas de lunes a sábado y de 9 a 22 horas los domingos y festivos. El médico coordinador del CCUE trabaja de 8 a 24 horas, todos los días.

Las tres Unidades Móviles de los DCCU del Distrito de Granada tienen un horario laboral de 24 horas.

A parte, a lo largo del año 2006, se ampliarán las **Unidades Móviles de DCCU** en el **Distrito Metropolitano:** Armilla, Santa Fé, Huétor Tájar, Órgiva y Baza. La UM de Armilla prestará asistencia a la propia Armilla, la Zubia y Churriana de la Vega.

Actualmente existen también en Guadix, Motril y Almuñécar.

- **Recursos materiales:**

Cada DCCU cuenta con:

- material para el manejo de la vía aérea (cánulas de Guedel, bolsa y mascarillas para ventilación manual, fuente de oxígeno, laringoscopio, tubos oro-traqueales y combitubo®),
- un desfibrilador manual y otro semiautomático,
- un pulsioxímetro,

- dos electrocardiogramas (fijo y portátil),
- material para la canalización de vías venosas y sueroterapia,
- nitroglicerina, ampollas y comprimidos sublinguales,
- analgésicos, incluyendo mórficos,
- AAS 125 mg y 500 mg.
- Otros medicamentos y materiales.

El Distrito de Granada dispone de 3 UVI móviles.

3) Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospitalarias

Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospital Universitario Virgen de las Nieves

- Centro Médico Quirúrgico (Ruiz de Alda)
- Centro de Rehabilitación y Traumatología
- Centro Materno Infantil

Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospital Clínico Universitario S. Cecilio

Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospital General Básico de Baza

Servicios de Cuidados Críticos y Urgencias Hospital General Básico de Motril (H. de Sta. Ana)

4) Hospitales. En el Anexo 13 se describen con detalle las características de los principales hospitales de Granada, donde además se analiza la vulnerabilidad sísmica de los mismos y nivel de operatividad.

- Hospital Virgen de las Nieves
- Hospital Clínico Universitario
- Hospital del Campus de la Salud, actualmente en construcción
- Hospital Comarcal de Motril
- Hospital Comarcal de Baza

3. OTROS

❖ Clínicas Privadas:

Clínica “ Nuestra Sra. De la Salud”. Posee 81 camas, 5 quirófanos y 1 paritorio.

Clínica “La Inmaculada”. Posee 92 camas, ampliables a 122 y 6 quirófanos.

❖ Transporte de Críticos.

La empresa Los ÁNGELES dispone de UVI móvil con personal médico, DUE y técnico en emergencias sanitarias. Se encarga del

traslado interhospitalario de pacientes críticos. Esta unidad móvil también está coordinada por el CCU y en caso necesario pueden realizar labores asistenciales.

❖ **Protección Civil**

Dispone de:

- 3 Ambulancias SVB de Soporte Vital Básico.
- Unidad de Transporte personal y Carga.
- Unidad de Apoyo Logístico.
- Unidad de Mando y Comunicaciones.
- Vehículos de Intervención Rápida.
- Motos de Intervención Rápida.
- Motos de Intervención Varias.
- Remolque Servicios Rápidos.
- Carpa de Acción Rápida.
- Embarcación de Salvamento.
- 5 Emisoras instaladas en camiones de bomberos para conexión con el INFOCA caso de ser necesario.
- Puesto de Mando Avanzado, compuesto de diverso material (Grupo electrogeno, compresor, climatizadores, etc) para su montaje en cualquier lugar de la provincia.
- Unidad móvil de comunicaciones.
- Puesto de Mando de emergencias de sustancias químicas, adscrito al Parque de Bomberos de Granada.
- Puesto de Mando de emergencias de sustancias química, adscrito al Parque de Bomberos de Baza.
- Motosierras (adscritos a Protección Civil)
- Motobombas "
- Generadores de corriente "

Todo independientemente del material que contiene el Centro de Coordinación de Emergencias- 112 en la provincia de Granada.

❖ **Cruz Roja**

En cuanto a *Medios Humanos*, Cruz Roja cuenta con:

- 350 voluntarios socorristas
- 25 socorristas acuáticos
- 1 equipo de rescate subacuático (motril)

1 coordinador de socorros y emergencias y director de coordinación.

El Centro Provincial de Coordinación de Granada dispone de los siguientes

Medios Materiales:

19 Ambulancias medicalizables (2 son todoterreno).

5 Vehículos de transporte.

3 Vehículos adaptados.

1 Barco de salvamento marítimo.

6 Embarcaciones tipo Zodiac ubicadas en Motril.

Posee las siguientes unidades móviles:

- 4 ambulancias en Granada capital
- 3 en Guadix
- 1 en Baza
- 1 en Pinos Puente
- 1 en Loja
- 1 en Albolote y 2 en Motril.

Además posee:

- 1 autobús en Baza de 14 plazas.
- 3 autobuses adaptados en Guadix con capacidad para 9 plazas.
- 1 autobús en Pinos Puente con 9 plazas.
- 1 autobús en Loja con 9 plazas.
- en Granada capital con 14, 11 y 9 plazas cada uno.

❖ **Consorcio de Transporte Sanitario de Granada.** Está constituido por varias empresas de la provincia dedicadas exclusivamente al transporte sanitario. Dichas empresas vienen ejerciendo la actividad desde hace varios años, algunas cerca de veinte años, trabajando con conciertos del Servicio Andaluz de Salud. Las empresas que lo constituyen son las siguientes:

- Ambulancias Alhambra Granada, s.c.a.
- Ambulancias Alhambra Granada, s.l.
- Servicios Alhambra Granada, s.l.
- Lirol, s.a.l.
- Ambulancias Huescar Roman y Ucles, s.l.
- Ciudad de Huescar Ambulancias y Funeraria, s.c.a.

- Ambulancias los Cármenes, s.c.a.
- Ambulancias los Cármenes, s.l.

Dentro de la estructura organizativa del consorcio, destacan a rasgos generales:

I.- Una flota de ambulancias.

II.- Una unidad de Recursos Humanos.

III.- Unas infraestructuras y equipamientos.

IV.- Un sistema de Telecomunicaciones.

- Dentro de la flota de ambulancias se encuentran 160 ambulancias:

- 25 en Baza. La mitad de transporte colectivo.

- 25 en la zona de Motril. La mitad de Transporte colectivo.

- 110 en Granada. 60 son de transporte colectivo y 3 UVI móviles de "Alhambra".

El Consorcio, para las comunicaciones inalámbricas, dispone de cinco redes autorizadas de Servicio Móvil Terrestre, con la consiguiente certificación por la Dirección General de Telecomunicaciones, que constan de las correspondientes estaciones bases y otras móviles, instaladas sobre los vehículos. Tres de ellas funcionan en la misma frecuencia, aunque con diferentes subtonos, lo que permite su interconexión. Las estaciones base están en los términos municipales de Pulianas, Guadix, Baza, Granada y Almuñecar.

Está en proyecto la unificación total de las redes, en tonos y subtonos y la instalación de repetidores en sierra de Orduña y Tres Lindes, de forma que se amplíe la cobertura a la práctica totalidad de la provincia e incluso parte de las limítrofes.

B. No Sanitarios

De acuerdo con el organigrama de la figura A.15.1, los recursos no sanitarios son aquellos que integran el resto de los grupos de actuación necesarios para resolver la emergencia sísmica:

- Grupo de Intervención.
- Grupo de Seguridad.
- Grupo de Orden y Apoyo.
- Grupo de Provisión y Gestión de Medios.

Además se puede disponer en un momento dado de la siguiente *infraestructura* de la provincia:

1) Helisuperficies.

Municipales

Hospitales

Ver Planes operativos en el *Plan de Emergencia Interior de la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias del Servicio Provincial de Granada*. Grupo Regional de Catástrofes. (Versión 12, 3 Noviembre 2005).

2) Aeropuertos

Aeropuerto de Granada

Base aérea militar de Armilla

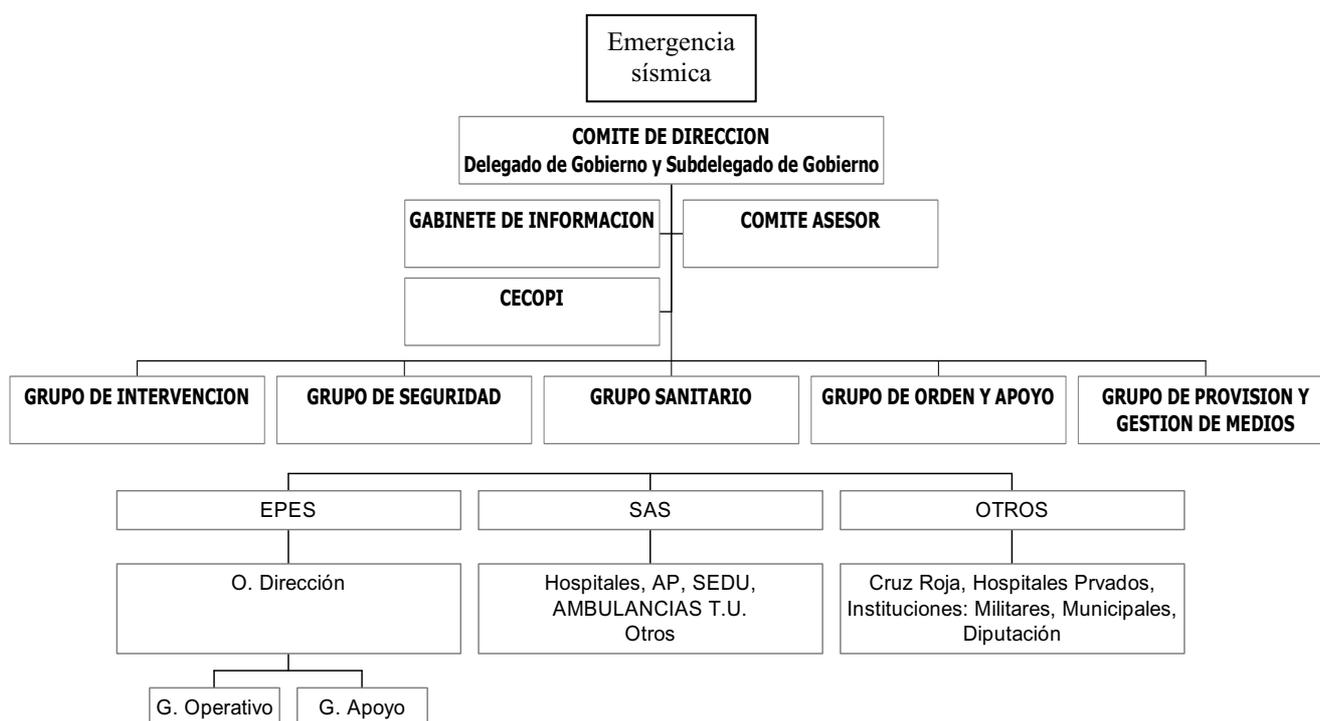


Figura A.15.1. Organigrama de la estructura organizativa de los grupos integrantes necesarios para resolver una emergencia sísmica.

3) Puertos

Puerto de Motril y diversos puertos deportivos.

4) Otros

Son aquellas instalaciones no sanitarias, que tanto por sus características de localización, seguridad, amplitud, servicios y prestaciones (campos de fútbol, colegios, explanadas, polideportivos, plazas etc.) pueden ser demandados puntualmente como lugares donde establecer áreas de socorro, hospitales de campaña o morgue.

A continuación se exponen los *recursos no sanitarios* a tener en cuenta en caso de producirse un terremoto de gran intensidad en nuestra provincia. Estos recursos han sido elegidos para los escenarios sísmicos estudiados en el capítulo 4.

- **Aeropuerto de Granada**

- **Base Aérea de Armilla**
- **Campo de Fútbol de Pinos Puente**
- **Campo de Fútbol de Atarfe**
- **Campo de Fútbol de Santa Fé**
- **Campo de Fútbol de Maracena**

Puede suceder que por la magnitud de la catástrofe sísmica, algunos recursos no estén operativos o sean insuficientes para atender la demanda asistencial, necesitando ayuda exterior para resolver la crisis desencadenada. Hecho bastante probable en el caso de terremoto de intensidad VIII en Granada (6.589 heridos) y IX en Sierra Elvira (21.289 heridos).

II. RECURSOS EXTRAORDINARIOS

1. PROPIOS

A. Humanos (cascada de llamadas)

1) Sanitarios

Centro Coordinador

Equipos de Emergencia

Unidad de Apoyo a Desastres de Andalucía

2) No Sanitarios

Centro coordinador

B. Materiales

1) Material específico de catástrofes

2) Transmisiones

3) Transporte

C. Servicios provinciales limítrofes

1) Equipos Terrestre

2) Equipos Aéreos

2. AJENOS

A. Humanos

1) Sanitarios

a) Servicios Sanitarios Privados

Sanatorio Nuestra Sra de la Salud

Clínica de La Inmaculada Concepción de Granada
Hospital de S. Rafael (carece de área de urgencias)

b) Otros

2) No Sanitarios

a) Grupos de Rescate

b) Radioaficionados

c) Otros

B. Materiales

Logística

ANEXO 16

RECURSOS MÍNIMOS MATERIALES EN LOS DCCU. GRANADA.

Material de Movilización e Inmovilización:

- Guantes de un solo uso varios tamaños.
- .Camilla de palas.
- .Tabla corta.
- .Tabla larga.
- .Correas de sujeción.
- .Colchón de Vacío.
- .Sillas de ruedas.
- .Collarín Minerva (Semirígido) Pequeño.
- .Collarín Minerva (Semirígido) Mediano.
- .Collarín Minerva (Semirígido) Grande.
- .Dama de Elche.
- .Body Espinal o Ferno-Kit.
- .Férulas de Vacío (Piernas y brazos).
- .Sábanas.
- .Paños y/o mantas.
- .Mantas y/o sábanas isotérmicas.
- .Tijeras ropa.
- .Bomba colchón y férulas de vacío.
- .Camilla curas.
- .Cama de observación reclinable.

Material Ventilación y Vía aérea:

- .Botella de Oxig. Portátil con caudalímetro hasta 15 l/min.
- .Botellas de Oxígeno fijas o sistema de Oxígeno que permita 15l/min.
- .Depresores linguales.
- .Linterna de Exploración.
- .Aspirador portátil de Secreciones.
- .Sondas aspiración varios números flexibles y rígidas.
- .Llaves en "Y".
- .Ambú adulto con reservorio.
- .Mascarillas de Ambú adulta y pediátrica.
- .Ambú y mascarilla pediátrico con reservorio.
- .Abrebocas.
- .Guías de intubación adultas y pediátricas.
- .Lubricante para intubación.

Tubos endotraqueales (6,6'5,7,7'5,8,8'5,9).

- .Tubos endotraqueales (2,2'5,3,3'5,4,4'5,5,5'5).
- .Válvula de Hemlich (Se puede improvisar).
- .Laringoscopio y juego de palas que incluya una pediátrica.
- .Pilas R-12, R-14, R6.
- .Fonendo Adulto y Pediátrico.
- .Pinzas de Magill Adulta y Pediátrica.
- .Guedels 00,0,1,2,3,4 y 5.
- .Pulsioxímetro con dedil Adulto y Pediátrico.
- .Ventimask Adulto y Pediátrico.
- .Mascarillas Aerosoles adulto y Pediátrico.
- .Gafas nasales.
- (1). Espirómetro.

Circulatorio:

- .Guantes estériles cada N°.
- .Sistemas de suero.
- .Llaves de tres pasos.
- .Dial a Flow.
- .Termómetros clínicos.
- .Sistema de bomba de perfusión.
- .Tensiómetro Adulto, Pediátrico y Brazo súper-grande.
- .Porta sueros.
- .Tubos de Analítica de Laboratorio de Urgencias de Hospital de referencia.
- .Compresores.
- .Palometas.
- .Abocath o similar N° 14,16,18,20,22 y 24.
- .Sistemas de extracc. Sangre por aspiración y vacío. Aguja del sistema.
- .Aguja intra ósea.
- .Aparato de EKG.
- .Monitor Desfibrilador.
- .Aparat. Glucemia y tiras reactivas.
- .Combur Test. (Multistix).

Otro Material:

- | | |
|------------------------------------|--|
| .Set de curas (Material de curas). | .Botella. |
| .Sedas distintos N°. | .Contenedor de residuos. |
| .Hojas de Bisturí distintos n°'s. | .Pinzas de cordón umbilical. |
| .Rasuradoras. | .Tests de Embarazo. |
| .Bolsas de Basura. | .Fuente de Luz exploratoria y auxiliar en curas. |
| .Papel Secamanos. | .Fax, Fotocopiadora, teléfono fijo y móvil. |
| .Depósito de Jabón. | |
| .Cuña. | |

REQUISITOS TÉCNICOS DE LAS AMBULANCIAS ADSCRITAS A LOS DCCU DEL D.S. GRANADA

(Según Anexo 1 del PPT firmado sobre requisitos técnicos de las ambulancias asistibles y Decreto 619/98 por el que se establecen las características técnicas, el equipamiento sanitario y la dotación de personal de los vehículos de transporte sanitario por carretera).

1. Características Generales

- Rotulación del vehículo (según anexo 2 de PPT). Los vehículos ambulancia deberán ir rotulados con los logotipos e identificadores de Urgencias planteados por el PAUE.
- Tipo de vehículo.
- Faros halógenos y antiniebla delanteros y traseros.
- Iluminación auxiliar halógena extraíble y extensible.
- Separación de habitáculos.
- Portón trasero y lateral.
- Señalización acústica y luminosa.
- Climatización independiente.
- Instalación eléctrica y toma exterior para conexión a equipo electrógeno o red.
- Sistema trunking de radiofonía.
- Compartimiento del conductor.
- Extintor (2), herramientas, señales triangulares, material de extricación (“pata de cabra”).

1. Compartimiento del paciente

- Carrocería isotérmica e insonorizada. Lunas translúcidas.
- Dimensiones mínimas interiores(2'5x1'5x1'8).
- Revestimientos interiores.
- Barra longitudinal para asimiento.
- Intercomunicador con el habitáculo del Conductor.
- Aire acondicionado o climatización independiente.
- Instalación eléctrica independiente (Fuente auxiliar). Tomas (3) de 12 V CC y 220 V CA.
- Iluminación interior.
- Camilla y portacamilla
- Sistema soporte, fijación y deslizamiento.
- Posibilidad de tredelemburg $\pm 30^\circ$.
- Dimensiones (530x1900) y características de la camilla.
- Sistema de sujeción de una 2ª camilla.
- Camilla de cuchara o tijera.
- Silla de ruedas plegable.
- Sistemas de anclaje (incubadora, cuna, etc.).

- Armarios y cajones. Encimera (0'06 m2).
- Dispositivos de suspensión de perfusiones IV (2).
- Esfigmomanómetro.
- Fonendoscopio.
- Guedels (0,00,1,3,5).
- Laringoscopio y palas Adult. Y Ped (pilas).
- Tubos traqueales (Adult. Y Ped).
- Maletín RCP para uso exterior de la Ambulancia con material Adult. Y Ped.

Equipamiento Ventilatorio

- Estación de O2 con 4 tomas en pared (2000 litros).
- Dos caudalímetros con humidificador que permitan 15l/min.
- Ambú don mascarillas Adult. Y Ped.
- Aspirador con posibilidad de succión de al menos 300 mm Hg y 30 l/min y 0'5 l:

Material de inmovilización INTEGRAL.

- Colchón de vacío.
- Collarines Cervicales (Adult. Y Pediat).
- Dama de Elche (Inmovilizador tetracameral).
- Férulas MMII.
- Férulas MMSS.
- Body Espinal.

Material quirúrgico, de curas y vario.

- Fungibles para inyectables, sueroterapia, vendajes y curas (guantes de un solo uso...).
- Dispensador de toallas impregnado en solución jabonosa.
- Cuña.
- Botella de plástico.
- Contenedor de material biodegradable.
- Cubo de basura.
- Rollo de Celulosa.
- Bolsas y vasos de plástico desechables.
- Mantas, sábanas y almohadas.
- Sábanas termoaislantes (Isotérmicas).

La medicación será administrada por el SAS, para lo cual se recomienda que cada responsable conductor de ambulancia consensúe con el **Adjunto de Enfermería** de la ZBS donde se ubique cada DCCU, y teniendo en cuenta que la revisión de la ambulancia y material (caducidades, existencia, etc) es algo compartido con la **Enfermer@** que realice cada guardia y bajo su supervisión.

ANEXO 17

TABLAS DE SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE
DAÑOS SÍSMICOS EN GRANADA

Tabla A.17.1. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES mínimo. Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Poblac. Total	Colapso	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderado	Daño leve
Pinos Puente	VIII	8	49	1070	13524	11	199	450	182	0
Atarfe	VIII	4	25	624	11220	6	105	310	269	0
Chauchita	VIII	1	8	241	4138	2	41	122	95	0
Fuente Va	VIII	2	14	286	4038	3	50	117	66	0
Santa Fé	VIII	5	32	743	12740	8	144	363	317	0
Albolote	VIII	4	25	600	12916	6	105	299	374	0
Cijuela	VIII	1	4	92	1522	1	17	40	34	0
Maracena	VIII	5	28	706	14331	7	128	360	404	0
Peligros	VIII	2	12	350	7380	3	63	183	219	0
Vegas Genil	VIII	1	4	114	2791	1	21	59	94	0
Láchar	VIII	1	6	176	2477	1	22	52	29	0
Calicasas	VIII	0	0	40	599	0	6	17	10	0
Cúllar Vega	VIII	1	4	125	3171	1	25	63	98	0
Pulianas	VIII	1	8	166	3835	2	31	79	116	0
Guevéjar	VIII	1	6	91	1507	1	12	31	26	0
Jun	VIII	1	5	85	1724	1	12	37	42	0
Granada	VII	0	0	3180	244767	0	153	2819	8345	86
Otros	VI-VII	0	0	2154	286159	0	101	1766	4690	6470
TOTALES	VI-VIII	38	230	10843	628839	54	1235	7167	15410	6556

Tabla A.17.2. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con el modelo IRPINIA. Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Poblac .Total	Colapso	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderado	Daño leve
Pinos Puente	VIII	89	536	3073	13524	121	536	1185	1639	1407
Atarfe	VIII	47	283	1900	11220	67	327	833	1365	1420
Chauchina	VIII	18	108	725	4138	26	127	320	515	523
Fuente Vaq.	VIII	24	143	840	4038	31	139	316	460	426
Santa Fé	VIII	59	357	2274	12740	89	420	1024	1632	1670
Albolote	VIII	46	278	1945	12916	67	334	886	1551	1745
Cijuela	VIII	7	43	279	1522	10	48	115	180	182
Maracena	VIII	54	327	2244	14331	81	401	1040	1778	1960
Peligros	VIII	27	164	1137	7380	41	203	534	927	1028
Vegas Genil	VIII	9	52	389	2791	13	69	188	346	406
Láchar	VIII	14	84	515	2477	13	61	139	203	186
Calicasas	VIII	3	20	121	599	4	18	43	65	60
Cúllar Vega	VIII	10	63	425	3171	16	77	205	377	464
Pulianas	VIII	13	79	555	3835	19	96	253	451	526
Guevéjar	VIII	7	40	271	1507	7	35	86	137	138
Jun	VIII	6	39	266	1724	8	39	104	181	199
Granada	VII	126	755	15165	244767	206	2218	10054	26606	43577
Otros	VI-VII	88	507	12270	286159	129	1583	7766	23355	46560
TOTALES	VI-VIII	647	3878	44394	628839	948	6731	25091	61768	102477

Tabla A.17.3. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con ATC.

Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Poblac .Total	Colapso	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderado	Daño leve
Pinos Puente	VIII	62	763	3264	13524	91	539	1394	1882	1182
Atarfe	VIII	31	417	1912	11220	45	309	923	1500	1293
Chauchita	VIII	12	162	736	4138	18	121	358	572	472
Fuente Vaq.	VIII	16	203	877	4038	23	137	365	518	370
Santa Fé	VIII	40	518	2307	12740	64	400	1144	1787	1523
Albolote	VIII	31	410	1897	12916	46	302	950	1650	1636
Cijuela	VIII	5	66	286	1522	8	46	129	198	165
Maracena	VIII	36	483	2214	14331	56	368	1129	1908	1814
Peligros	VIII	18	241	1112	7380	28	184	576	992	966
Vegas Genil	VIII	6	79	370	2791	9	60	197	361	390
Láchar	VIII	10	125	540	2477	10	60	161	229	163
Calicasas	VIII	2	28	123	599	3	17	49	73	54
Cúllar Vega	VIII	7	88	406	3171	11	68	216	386	419
Pulianas	VIII	9	117	535	3835	14	85	268	471	493
Guevéjar	VIII	5	62	277	1507	5	34	96	151	127
Jun	VIII	4	56	262	1724	5	36	113	194	187
Granada	VII	48	1623	10982	244762	0	1222	8348	24524	38959
Otros	VI-VII	29	1103	7033	286159	0	799	4835	17146	34133
TOTALES	VI-VIII	371	6544	35133	628839	436	4787	21251	54542	84346

Tabla A.17.4. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con SES mínimo.

Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño modera	Daño leve
Pinos Puente	IX	147	881	1820	13524	199	450	182	33	0
Atarfe	IX	74	443	1288	11220	105	310	269	61	0
Chauchita	IX	28	171	487	4138	41	122	95	20	0
Fuente Vaq	IX	38	230	512	4038	50	117	66	14	0
Santa Fé	IX	96	577	1482	12740	144	363	317	74	0
Albolote	IX	73	436	1362	12916	105	299	374	94	0
Cijuela	IX	12	74	178	1522	17	40	34	8	0
Maracena	IX	86	516	1546	14331	128	360	404	101	0
Peligros	IX	42	252	791	7380	63	183	219	53	0
Vegas Genil	IX	14	83	280	2791	21	59	94	24	0
Láchar	IX	24	142	318	2477	22	52	29	6	0
Calicasas	IX	5	30	78	599	6	17	10	2	0
Cúllar V.	IX	16	98	298	3171	25	63	98	31	0
Pulianas	IX	21	128	386	3835	31	79	116	32	0
Guevéjar	IX	11	69	178	1507	12	31	26	6	0
Jun	IX	10	58	188	1724	12	37	42	10	0
Churriana	VIII	3	18	358	6669	4	63	157	161	0
Moclín	VIII	3	18	391	4544	4	74	155	47	0
Las Gabias	VIII	3	19	404	8338	5	83	207	249	0
Alfacar	VIII	2	13	261	4333	3	45	115	93	0
Armillá	VIII	4	21	562	13706	6	115	328	510	0
Cogollos	VIII	2	11	177	2020	2	27	56	16	0
Chimeneas	VIII	1	5	141	1537	1	25	52	11	0
Granada	VIII	93	561	14541	244767	153	2819	8345	6450	0
Otros	VI-VIII	53	292	9002	922434	76	1450	5253	9654	32729
TOTALES	VI-IX	861	5146	37029	1306261	1235	7283	17043	17760	32729

Tabla A.17.5. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con el modelo Irpinia.

Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Pinos Puente	IX	474	2847	6703	13524	643	1321	1523	1193	635
Atarfe	IX	262	1574	4381	11220	373	881	1229	1206	807
Chauchita	IX	101	604	1666	4138	145	341	467	444	289
Fuente Vaq.	IX	127	760	1851	4038	165	347	422	361	214
Santa Fé	IX	325	1948	5143	12740	486	1090	1467	1420	936
Albolote	IX	259	1552	4534	12916	374	909	1368	1482	1072
Cijuela	IX	41	243	627	1522	56	123	162	155	101
Maracena	IX	304	1822	5197	14331	452	1079	1578	1661	1184
Peligros	IX	151	909	2640	7380	227	550	820	875	621
Vegas Genil	IX	50	298	913	2791	75	188	301	346	258
Láchar	IX	78	465	1142	2477	72	153	186	159	92
Calicasas	IX	17	105	268	599	21	46	59	52	30
Cúllar V.	IX	56	336	990	3171	86	207	326	385	315
Pulianas	IX	74	442	1288	3835	107	257	394	444	336
Guevéjar	IX	39	235	620	1507	41	92	123	118	75
Jun	IX	35	213	623	1724	44	108	160	169	119
Churriana	VIII	29	173	1118	6669	39	185	460	757	810
Moclín	VIII	33	199	1110	4544	44	192	411	543	440
Las Gabias	VIII	33	198	1301	8338	52	249	631	1076	1209
Alfacar	VIII	21	125	791	4333	28	132	320	504	506
Armillá	VIII	44	263	1913	13706	74	378	1036	1899	2228
Cogollos	VIII	15	90	499	2020	16	70	149	195	157
Chimeneas	VIII	12	73	399	1537	15	64	135	173	132
Granada	VIII	1094	6565	43704	244767	1792	8732	21898	35004	35029
Otros	VI-VIII	650	3886	42394	922434	1007	6630	25504	73614	162376
TOTALES	VI-IX	4324	25925	131815	1306261	6434	24324	61129	124235	209971

Tabla A.17.6. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Sierra Elvira. Simulación realizada con ATC.

Número estimado de muertos (M), heridos (H), sin hogar, población total, viviendas colapsadas, con daño muy grave, grave, moderado y leve, en las poblaciones afectadas.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño modera	Daño leve
Pinos Puente	IX	349	2573	7292	13524	630	1394	1882	1184	346
Atarfe	IX	191	1530	4753	11220	354	923	1500	1301	560
Chauchita	IX	74	588	1813	4138	139	358	572	475	194
Fuente Vaq.	IX	93	694	2008	4038	160	365	518	371	133
Santa Fé	IX	236	1840	5571	12740	464	1144	1787	1529	654
Albolote	IX	187	1529	4893	12916	348	950	1650	1646	803
Cijuela	IX	30	228	680	1522	54	129	198	166	70
Maracena	IX	220	1780	5615	14331	424	1129	1908	1827	872
Peligros	IX	110	896	2856	7380	212	576	992	971	460
Vegas Genil	IX	36	300	986	2791	69	197	361	392	200
Láchar	IX	57	428	1240	2477	70	161	229	163	57
Calicasas	IX	13	98	293	599	20	49	73	54	18
Cúllar V.	IX	40	329	1060	3171	79	216	386	427	247
Pulianas	IX	53	432	1384	3835	99	268	471	497	259
Guevéjar	IX	28	221	671	1507	39	96	151	127	52
Jun	IX	26	211	674	1724	41	113	194	188	87
Churriana	VIII	20	250	1119	6669	28	173	507	817	744
Moclín	VIII	23	284	1194	4544	34	196	490	630	358
Las Gabias	VIII	23	286	1284	8338	38	228	685	1141	1107
Alfacar	VIII	14	182	808	4333	20	127	360	556	460
Armillá	VIII	29	389	1819	13706	51	329	1085	1984	2131
Cogollos	VIII	11	130	541	2020	13	72	178	226	127
Chimeneas	VIII	8	102	430	1537	11	66	162	203	103
Granada	VIII	726	9758	44435	244767	1222	8348	24524	38959	31970
Otros	VI-VIII	396	5972	28457	922434	604	4580	15902	47418	101184
TOTALES	VI-IX	2993	31030	121876	1306261	5223	22187	56765	103252	143196

Tabla A.17.7. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada.
Simulación realizada con SES min.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	VIII	1	4	134	3243	1	24	66	98	0
Cenes Vega	VIII	1	6	171	5043	3	61	166	358	0
Huétor Vega	VIII	3	16	372	8575	4	69	185	264	0
Monachil	VIII	2	10	245	5067	5	85	255	302	0
Zubia (La)	VIII	4	26	587	12826	7	121	308	421	0
Granada	VIII	93	561	14541	244767	153	2819	8345	6450	0
Pinos Genil	VIII	1	3	61	1159	1	16	35	37	0
Ogíjares	VIII	2	10	243	8502	2	34	95	249	0
Armillá	VIII	4	21	562	13706	6	115	328	510	0
Dúdar	VIII	0	0	21	292	0	5	10	6	0
Gójar	VIII	1	8	173	3502	2	33	80	97	0
Churr. Vega	VIII	3	18	358	6669	4	63	157	161	0
Huét. Santill	VIII	1	4	116	1665	1	23	54	32	0
Dílar	VIII	1	4	110	1510	1	18	54	25	0
Jun	VIII	1	5	85	1724	1	12	37	42	0
Quéntar	VIII	1	4	94	1108	1	22	43	14	0
Víznar	VIII	1	4	54	742	1	11	28	15	0
Alfacar	VIII	2	13	261	4333	3	45	115	93	0
Alhendín	VIII	2	13	243	4223	3	46	107	98	0
Beas	VIII	1	4	71	990	1	16	33	20	0
Güej. Sierra	VIII	2	10	208	2769	2	33	73	36	0
Maracena	VIII	5	28	706	14331	7	128	360	404	0
Otura	VIII	1	7	178	4058	2	42	101	150	0
Pulianas	VIII	1	8	166	3835	2	31	79	116	0
Gabias (Las)	VIII	3	19	404	8338	5	83	207	249	0
Vegas Genil	VIII	1	4	114	2791	1	21	59	94	0
Cúllar Vega	VIII	1	4	125	3171	1	25	63	98	0
Peligros	VIII	2	12	350	7380	3	63	183	219	0
Otros	VI-VII	0	0	1558	303054	0	66	1180	3581	10361
TOTALES	VI-VIII	141	826	22311	679373	223	4130	12806	14239	10361

Tabla A.17.8. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada.
Simulación realizada con IRPINIA

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	VIII	10	62	452	3243	15	77	207	377	446
Cenes IVega	VIII	14	82	630	5043	39	205	594	1162	1441
Huétor Vega	VIII	30	178	1235	8575	44	217	578	1034	1205
Monachil	VIII	19	112	788	5067	55	276	734	1274	1393
Zubia (La)	VIII	47	285	1936	12826	76	371	966	1691	1923
Granada	VIII	1094	6565	43704	244767	1792	8732	21898	35004	35029
Pinos Genil	VIII	5	32	190	1159	10	44	107	176	195
Ogíjares	VIII	19	115	951	8502	22	121	367	758	992
Armillá	VIII	44	263	1913	13706	74	378	1036	1899	2228
Dúdar	VIII	2	11	60	292	3	12	28	41	38
Gójar	VIII	14	83	554	3502	20	97	245	417	463
Churr. Vega	VIII	29	173	1118	6669	39	185	460	757	810
Huét..Santill	VIII	10	57	345	1665	14	64	148	216	199
Dílar	VIII	8	47	310	1510	11	54	130	192	171
Jun	VIII	6	39	266	1724	8	39	104	181	199
Quéntar	VIII	8	49	269	1108	13	56	117	155	129
Víznar	VIII	4	26	153	742	7	31	72	107	97
Alfacar	VIII	21	125	791	4333	28	132	320	504	506
Alhendín	VIII	20	120	750	4223	28	131	314	498	519
Beas	VIII	6	38	209	990	10	42	94	135	126
Güej. Sierra	VIII	17	105	608	2769	20	89	199	281	249
Maracena	VIII	54	327	2244	14331	81	401	1040	1778	1960
Otura	VIII	15	88	597	4058	26	126	330	584	678
Pulianas	VIII	13	79	555	3835	19	96	253	451	526
Las Gabias	VIII	33	198	1301	8338	52	249	631	1076	1209
Vegas Genil	VIII	9	52	389	2791	13	69	188	346	406
Cúllar Vega	VIII	10	63	425	3171	16	77	205	377	464
Peligros	VIII	27	164	1137	7380	41	203	534	927	1028
Otros	VI-VII	70	399	10956	303054	94	1313	7000	22988	50469
TOTALES	VI-VIII	1658	9937	74836	679373	2670	13887	38899	75386	105098

Tabla A.17.9. Víctimas y daños para un sismo de I = VIII con epicentro en Granada.
Simulación realizada con ATC.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	VIII	9	108	452	3243	15	77	207	377	446
Cenes Vega	VIII	12	146	630	5043	39	205	594	1162	1441
Huétor Vega	VIII	26	298	1235	8575	44	217	578	1034	1205
Monachil	VIII	17	189	788	5067	55	276	734	1274	1393
Zubia (La)	VIII	42	471	1936	12826	76	371	966	1691	1923
Granada	VIII	960	10745	43704	244767	1792	8732	21898	35004	35029
Pinos Genil	VIII	5	48	190	1159	10	44	107	176	195
Ogíjares	VIII	18	216	951	8502	22	121	367	758	992
Armillá	VIII	39	454	1913	13706	74	378	1036	1899	2228
Dúdar	VIII	2	16	60	292	3	12	28	41	38
Gójar	VIII	12	136	554	3502	20	97	245	417	463
Churr Vega	VIII	25	277	1118	6669	39	185	460	757	810
Huét. Santill	VIII	8	88	345	1665	14	64	148	216	199
Dílar	VIII	7	77	310	1510	11	54	130	192	171
Jun	VIII	6	64	266	1724	8	39	104	181	199
Quéntar	VIII	7	72	269	1108	13	56	117	155	129
Víznar	VIII	4	39	153	742	7	31	72	107	97
Alfacar	VIII	18	198	791	4333	28	132	320	504	506
Alhendín	VIII	17	189	750	4223	28	131	314	498	519
Beas	VIII	5	55	209	990	10	42	94	135	126
Güej. Sierra	VIII	15	158	608	2769	20	89	199	281	249
Maracena	VIII	48	545	2244	14331	81	401	1040	1778	1960
Otura	VIII	13	145	597	4058	26	126	330	584	678
Pulianas	VIII	12	134	555	3835	19	96	253	451	526
Las Gabias	VIII	29	320	1301	8338	52	249	631	1076	1209
Vegas Genil	VIII	8	92	389	2791	13	69	188	346	406
Cúllar Vega	VIII	9	103	425	3171	16	77	205	377	464
Peligros	VIII	24	275	1137	7380	41	203	534	927	1028
Otros	VI-VII	88	1928	10956	303054	94	1313	7000	22988	50469
TOTALES	VI-VIII	1485	17586	74836	679373	2670	13887	38899	75386	105098

Tabla A.17.10. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada.
Simulación realizada con SES mín.

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	IX	17	100	321	3243	24	66	98	27	0
Cenes Vega	IX	21	128	473	5043	61	166	358	95	0
Huétor Vega	IX	46	279	867	8575	69	185	264	72	0
Monachil	IX	29	173	554	5067	85	255	302	68	0
Zubia (La)	IX	76	453	1331	12826	121	308	421	110	0
Granada	IX	1721	10328	29286	244767	2819	8345	6450	1299	0
Pinos Genil	IX	8	51	123	1159	16	35	37	11	0
Ogíjares	IX	30	178	738	8502	34	95	249	71	0
Armillá	IX	68	408	1376	13706	115	328	510	131	0
Dúdar	IX	3	19	37	292	5	10	6	1	0
Gójar	IX	23	137	374	3502	33	80	97	26	0
Churr. Vega	IX	47	279	740	6669	63	157	161	41	0
Huét.Santill	IX	16	94	211	1665	23	54	32	6	0
Dílar	IX	13	77	202	1510	18	54	25	3	0
Jun	IX	10	58	188	1724	12	37	42	10	0
Quéntar	IX	14	83	152	1108	22	43	14	3	0
Víznar	IX	7	41	96	742	11	28	15	3	0
Alfacar	IX	33	200	510	4333	45	115	93	21	0
Alhendín	IX	33	197	480	4223	46	107	98	25	0
Beas	IX	10	61	125	990	16	33	20	5	0
Güej. Sierra	IX	29	173	361	2769	33	73	36	7	0
Maracena	IX	86	516	1546	14331	128	360	404	101	0
Otura	IX	24	142	411	4058	42	101	150	41	0
Pulianas	IX	21	128	386	3835	31	79	116	32	0
Las Gabias	IX	53	315	875	8338	83	207	249	68	0
Vegas Genil	IX	14	83	280	2791	21	59	94	24	0
Cúllar Vega	IX	16	98	298	3171	25	63	98	31	0
Peligros	IX	42	252	791	7380	63	183	219	53	0
Otros	VI-VIII	48	282	10062	785316	66	1359	6112	11141	24562
TOTALES	VI-IX	2558	15333	53194	1161635	4130	12985	16770	13526	24562

**Tabla A.17.11. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada.
Simulación realizada con IRPINIA.**

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	IX	59	353	1058	3243	85	209	328	376	289
Cenes Vega	IX	77	461	1504	5043	220	574	994	1229	955
Huétor Vega	IX	163	978	2875	8575	242	586	904	1018	767
Monachil	IX	104	626	1837	5067	308	755	1129	1195	824
Zubia (La)	IX	261	1566	4471	12826	418	988	1483	1632	1196
Granada	IX	6117	36701	100289	244767	10018	23384	31746	29931	18948
Pinos Genil	IX	28	166	430	1159	52	113	156	163	121
Ogíjares	IX	111	666	2310	8502	127	346	641	839	689
Armillá	IX	245	1473	4501	13706	415	1040	1655	1895	1417
Dúdar	IX	9	56	135	292	15	31	38	33	19
Gójar	IX	76	458	1268	3502	110	254	368	392	283
Churr. Vega	IX	157	944	2544	6669	213	483	675	687	477
Huét. Santill	IX	52	310	764	1665	76	162	198	170	99
Dílar	IX	45	271	705	1510	63	143	179	147	79
Jun	IX	35	213	623	1724	44	108	160	169	119
Quéntar	IX	43	258	573	1108	68	132	144	108	57
Víznar	IX	22	134	340	742	36	79	98	83	47
Alfacar	IX	113	681	1788	4333	153	343	455	431	278
Alhendín	IX	108	649	1681	4223	152	333	446	439	300
Beas	IX	32	190	453	990	50	103	123	107	65
Güej. Sierra	IX	94	561	1331	2769	107	220	259	212	118
Maracena	IX	304	1822	5197	14331	452	1079	1578	1661	1184
Otura	IX	80	481	1377	4058	142	335	509	573	430
Pulianas	IX	74	442	1288	3835	107	257	394	444	336
Las Gabias	IX	179	1075	2980	8338	283	654	950	1018	750
Vegas Genil	IX	50	298	913	2791	75	188	301	346	258
Cúllar Vega	IX	56	336	990	3171	86	207	326	385	315
Peligros	IX	151	909	2640	7380	227	550	820	875	621
Otros	VI-VIII	676	4053	43076	785316	990	6682	25426	69536	142979
TOTALES	VI-IX	9521	57131	189941	1161635	15334	40338	72483	116094	174020

**Tabla A. 17.12. Víctimas y daños para un sismo de I = IX con epicentro en Granada.
Simulación realizada con ATC.**

Nombre	I (EMS)	M	H	Sin hogar	Pob..Tot	Colaps	Daños muy graves	Daño grave	Daño moderad	Daño leve
Cájar	IX	42	350	1138	3243	78	218	393	420	223
Cenes Vega	IX	54	471	1612	5043	195	598	1181	1421	768
Huétor Vega	IX	117	962	3094	8575	224	612	1083	1138	589
Monachil	IX	75	620	1989	5067	287	790	1371	1331	607
Zubia (La)	IX	188	1519	4817	12826	389	1034	1782	1822	911
Granada	IX	4481	35480	109038	244767	9570	24524	38959	32064	12664
Pinos Genil	IX	20	153	461	1159	49	118	187	176	91
Ogíjares	IX	77	696	2462	8502	110	359	753	974	565
Armillá	IX	176	1475	4845	13706	380	1085	1984	2142	1096
Dúdar	IX	7	50	145	292	14	33	46	34	12
Gójar	IX	55	440	1368	3502	104	266	443	432	212
Churr. Vega	IX	114	895	2749	6669	201	507	817	748	347
Huét. Santill	IX	38	286	830	1665	74	170	244	176	61
Dílar	IX	34	260	773	1510	62	151	222	151	44
Jun	IX	26	211	674	1724	41	113	194	188	87
Quéntar	IX	32	227	624	1108	67	140	178	104	30
Víznar	IX	17	126	373	742	35	84	122	85	28
Alfacar	IX	83	644	1940	4333	147	360	556	461	190
Alhendín	IX	79	606	1817	4223	145	350	541	472	214
Beas	IX	23	172	491	990	49	108	151	110	42
Güej. Sierra	IX	68	506	1443	2769	104	232	318	215	70
Maracena	IX	220	1780	5615	14331	424	1129	1908	1827	872
Otura	IX	58	466	1481	4058	132	350	609	642	333
Pulianas	IX	53	432	1384	3835	99	268	471	497	259
Las Gabias	IX	129	1031	3211	8338	266	685	1141	1118	563
Vegas Genil	IX	36	300	986	2791	69	197	361	392	200
Cúllar Vega	IX	40	329	1060	3171	79	216	386	427	247
Peligros	IX	110	896	2856	7380	212	576	992	971	460
Otros	VI-VIII	399	6406	31696	785316	531	4725	17817	49567	94528
TOTALES	VI-IX	6851	57789	190972	1161635	14137	39998	75210	100105	116313

ANEXO 18

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN EN CASOS DE EMERGENCIA Y CATÁSTROFES

A) Caída del sistema informático con integridad de las comunicaciones.

Contactar con técnico de sistemas y director del SP que decidirá la opción a seguir de las que se enumera tras contactar con la dirección de sistemas y comunicaciones:

1) Derivación de llamadas a Centro Coordinador de 112 y envío al mismo centro de médico coordinador y dos operadores con:

- los planes asistenciales en soporte de papel.
- tres walkies, dos cargadores y seis baterías.

Quedará en el centro el resto de operadores y director del SP a la espera de restablecimiento del servicio y enlazados con 112 a través del SP, telefonía móvil o emisora de CECEM.

2) Derivación de llamadas a Centro Coordinador de Almería, donde se atenderá la parte médica de la asistencia, decidiéndose la prioridad del caso y comunicándola a la sala de coordinación oficial o habilitada que por radio o telefonía móvil contactará con los recursos de la zona.

B) Caída del sistema informático y de las comunicaciones con destrucción o inhabilitación del edificio CMAT.

Derivación de llamadas a Centro Coordinador de Almería, donde se atenderá la parte médica de la asistencia, decidiéndose la prioridad del caso y comunicándolo a la sala de coordinación oficial o habilitada que por radio o telefonía móvil contactará con los recursos de la zona.

El retén médico y los operadores no empleados en la sala de coordinación de emergencia serán trasladados a otro centro de coordinación (el de Málaga nos parece el más adecuado por las características de la catástrofe sísmica), donde se establecerá el centro de coordinación hasta que sea restablecido el de Granada.

Estas operativas a seguir, pueden ser modificadas en caso de catástrofe sísmica según las necesidades del momento. Si estos sistemas fallan, hay que poner en marcha los de comunicación en casos de emergencia y catástrofe.

C) Red de Comunicaciones Satélites de la Dirección General de Protección Civil.

Como ya se ha comentado, las comunicaciones clásicas soportadas en telefonía (teléfonos fijos o móviles, fax, télex, etc.) no resultan viables, bien porque en tales

situaciones inmediatamente se saturan, o porque su infraestructura queda dañada o inutilizada por los efectos de la catástrofe.

Las comunicaciones radio, siendo muy útiles y fiables, también pueden participar de alguno de los puntos débiles anteriormente señalados, debiendo añadirse a ello cierta servidumbre de especialización de los operadores y determinadas limitaciones en cuanto a transmisión de datos, imágenes e información protocolizada, aún cuando se trate de sistemas digitales.

La nueva red de comunicaciones satelitales (RECOSAT) de la Dirección General de Protección Civil, que tiene el concepto de red troncal de Mando de la Protección Civil del Estado, se complementará con el Sistema de Radio Comunicaciones Digitales de Emergencia del Estado (SIRDEE), actualmente en desarrollo e implantación, para la conexión con instituciones y servicios estatales esenciales para la Protección Civil, fundamentalmente, las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

El RECOSAT, como nueva Red de Mando de la Dirección General de Protección Civil, con características de red propia corporativa, es capaz de configurarse en dos escenarios.

1. Operación en Crisis: asegurando las comunicaciones de emergencia entre la Dirección General de Protección Civil y las Delegaciones y Subdelegaciones del Gobierno, para el conocimiento de la situación, y para las acciones de mando, dirección y coordinación de las actuaciones en emergencia o la prestación de apoyos, desde el nivel Estatal, a la Administración competente en la zona siniestrada, teniendo en cuenta que la dinámica en la jerarquía del mando y la supervisión por las jerarquías superiores es un requisito fundamental a la hora de dotar de flexibilidad suficiente a las comunicaciones.

2. Operación nominal: dando servicio a comunicaciones ordinarias de la organización, entre la Sede Central y sus Delegaciones periféricas, posibilitando la impartición de directrices comunes, la participación en discusión de nuevos planes, la difusión de instrucciones y circulares, el acceso a documentación, etc.

En este punto se quiere hacer especial hincapié en el carácter principalmente local de las situaciones de emergencia, por lo que puede darse el caso de que varios centros se encuentren en situación de crisis y el resto en situación nominal, por ello la infraestructura de comunicaciones deberá ser suficientemente flexible dentro de las limitaciones impuestas por los recursos satélite.

Debido a esto, tanto el dinamismo en la configuración de la red de comunicaciones como su capacidad de aprovecharla en operación nominal, disminuyendo costes de la organización en comunicaciones estándar, son elementos esenciales de esta red.

La red de comunicaciones por satélite dota a los distintos centros de Protección Civil del Estado de los siguientes servicios:

- Videoconferencia;
- Voz / fax entre centros y acceso a la red conmutada pública
- Datos entre centros

- Servicios IP.

Su complemento con el SIRDEE permitirá sustituir la actual Red Radio de Mando (REMAN) de la Dirección General de Protección Civil, hoy obsoleta y con muchas servidumbres y limitaciones funcionales.

D) SIRDEE: Sistema de Radiocomunicaciones de Emergencias del Estado

En lo que respecta a la Guardia Civil, determinados problemas, como las transmisiones, serán paliados con la progresiva implantación del sistema SIRDEE, que mejorará sustancialmente esta situación. Igual esperamos que ocurra con la aplicación de nuevas tecnologías, como la Intranet e Internet, que irán progresivamente extendiéndose en el despliegue, simplificando los trámites burocráticos y posibilitando la formación del personal y la conexión con la sociedad.

E) Red Radio de Emergencias (REMER).

Si los sistemas de comunicación ordinarios (ver apartado 2.4 del capítulo 3) no proporcionan la operatividad adecuada, deben ponerse en funcionamiento otros sistemas alternativos que no se vean afectados por el terremoto.

Con este fin se creó la Red Radio de Emergencias (REMER) de Protección Civil.

La Red Radio de Emergencia, como Red complementaria de la Red Radio de Mando de la Dirección General de Protección Civil, es la **organización estructurada en el ámbito territorial nacional**, constituida por los radioaficionados españoles que prestan su colaboración a los servicios oficiales de Protección Civil al ser requeridos para ello, cuando circunstancias excepcionales lo justifiquen, vinculándose **voluntariamente y de modo altruista** a la Dirección General de Protección Civil, una vez seguidos los trámites establecidos por la misma.

La Red dependerá **orgánicamente** de la Dirección General de Protección Civil y, **funcionalmente**, del Centro de Coordinación operativo de la misma.

A nivel **territorial**, dependerá de los respectivos Subdelegados del Gobierno o Delegados del Gobierno en las Comunidades Autónomas, como autoridades que tienen atribuidas la dirección y coordinación de los Servicios de Protección Civil en la provincia y por delegación de éstos, a efectos funcionales, de los Alcaldes como responsables municipales de Protección Civil, en aquellos casos que una intervención por emergencia así lo requiera.

Las estaciones incorporadas a la Red Radio de Emergencia quedarán estructuradas, a los efectos de su funcionamiento, como sigue:

- a) **Estación Directora Central**, en el Centro de Coordinación Operativa de la Dirección General de Protección Civil.
- b) **Estación Directora Provincial**, en el Centro de Coordinación Operativa del correspondiente Subdelegado del Gobierno o Delegación del Gobierno.

c) **Estaciones de Zona**, de acuerdo con la estructura territorial que se organice en la provincia a estos fines.

d) **Estaciones Móviles y Portátiles**, para cobertura de comunicaciones con zonas aisladas o con unidades o medios de intervención que lo requieran y siempre de acuerdo con los planes e instrucciones del Centro de Coordinación Operativa correspondiente.

Corresponde a los Subdelegados del Gobierno o Delegados del Gobierno en las Comunidades Autónomas aprobar la estructura territorial de la Red, a nivel provincial, de acuerdo con la propuesta que les formulen los correspondientes Jefes de los Servicios Provinciales de Protección Civil.

Corresponde a la Dirección General de Protección Civil, en el ámbito nacional, y a los Subdelegados del Gobierno, en el provincial, o Delegados del Gobierno, en las Comunidades Autónomas uniprovinciales, la movilización de la Red Radio de Emergencia, así como determinar la prioridad en el uso de los medios de la misma, respecto de cada emergencia, y establecer las correspondientes disciplinas de comunicaciones radioeléctricas.

Los radioaficionados miembros de la Red Radio de Emergencia, utilizarán, para el caso en que sea requerida su intervención, las frecuencias propias de SPC de la Dirección General de Protección Civil, con independencia de aquellas otras que tengan asignadas, habitualmente en exclusiva, por la Dirección General de Telecomunicaciones.

La Dirección General de Protección Civil podrá ceder, ocasionalmente y con motivo de situaciones de emergencia, el uso de las frecuencias SPC a entidades colaboradoras de Protección Civil que podrán actuar, bien como sectores funcionalmente diferenciados de la Red Radio de Emergencia o encuadradas en la misma, en cuanto a la disciplina de comunicaciones radioeléctricas en sus actividades.

De la misma manera, la Dirección General de Protección Civil podrá utilizar los sectores de bandas asignadas al servicio de aficionados cuando una emergencia así lo requiera.